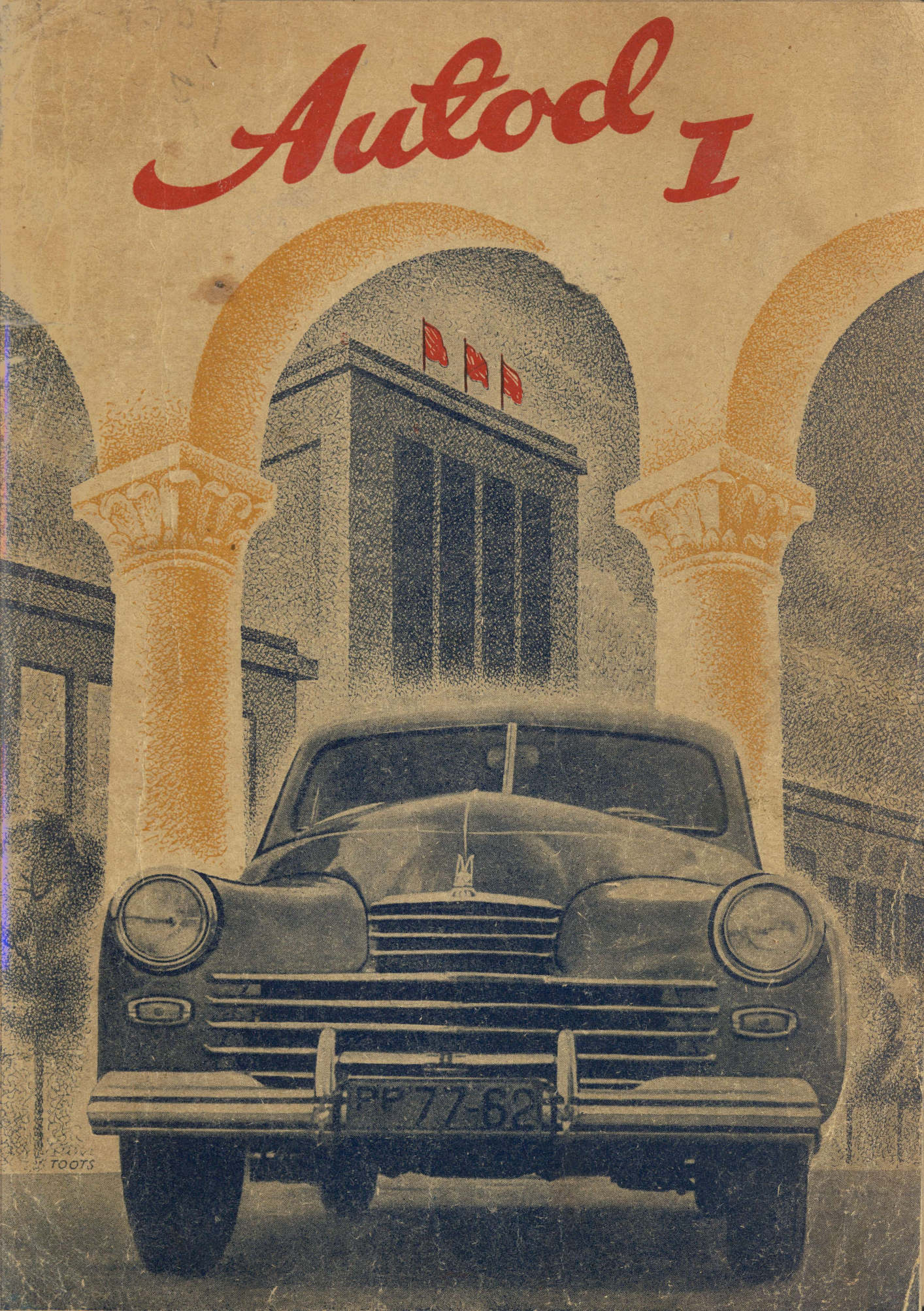
Autod I



Sundeksemplar

Ins. ARVO TALVISTE

AUTOD

I

ÜLDINE KIRJELDUS JA ÜKSIKOSADE TOOTAMINE

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN 1949

Bibliotheca
Universitatis
Tartuensis
1549: 01010
18668
B-1557

ARHIIVKOGU

SAATEKS

Käesolev neljas viisaastak näeb ette Nõukogude Liidu sõjajärgse majanduse taastamise ennesõjaaegse tasemini, selle ületamist ja edasist arendamist. Selles suures ülesehitustöös lasub transpordil hiigelülesanne, ilma milleta pole majanduse taasülesehitamine üldse mõeldavgi.

Kui meenutame seda, et juba enne sõda teostati Nõukogude Liidus kaupade transportimist autodel 145% enam kui raudteega, siis on arusaadav autotranspordi osatähtsus Nõukogude Liidu majanduse taasülesehitamisel ja autotranspordile omistatud tähelepanu käesoleva viisaastaku plaanis, mis näeb ette olemasolevate autotehaste laiendamist Moskvas, Gorkis, Jaroslavlis ja Minskis ning uute tehaste ehitamist Dnepropetrovskis, Uljanovskis, Novosibirskis ja Kumansis. Viisaastaku lõpuks on ette nähtud toota 3,4 korda enam jõuvankreid kui toodeti enne sõda.

Väljatöötatud kavade kohaselt seatakse linnades sisse tihe veoautode, autobuste ja taksoautode võrk, et teenindada kodanikke nende transpordivajadustes. Suurendatakse autobaaside arvu ja laiendatakse üksikettevõtete ja asutiste automajandites olevate jõuvankrite parki. Linnade ja asulate vahel seatakse sisse autobuse- ja kaubaveoliinid. Viisaastaku lõpuks on plaanitud 3 korda suurem kaubakäive, kui see oli 1940. aastal tegelikult. Uued toodetavad jõuvankrid on tehniliselt enam viimistletud, käsitsemiskindlamad ja vastupidavamad, mis pikendab nende töötamise iga ja alandab ekspluateerimise kulusid.

Need uued tehniliselt täiuslikumad jõuvankrid, mida lähemate aastate jooksul valgub sadu tuhandeid Nõukogude Liidu majandusellu, nõuavad enam kvalifitseeritud tööjõudu ekspluateerimiseks, remontimiseks ja hooldamiseks. Seepärast näeb ka käesoleva viisaastaku plaan ette laialdast kvalifitseeritud kaadrite ettevalmistamist nii autojuhtimise kui ka -remontimise ja hooldamise alal. Ka Eesti NSV-s on sellega juba alatud. Nii töötab Tallinnas Autokool jõuvankrijuhtide ettevalmistamiseks ja tehnikumide juures Tallinnas ja Tartus auto-eriala harud tehnik-mehaanikute ettevalmistamiseks.

Käesoleva raamatu ülesanne on olla õpikuks tehnikumides õppijaile, kuid see tahab olla ka abiks teadmiste ammutamisel kõigile neile, kes soovivad autoasjanduse alal oma teadmisi täiendada.

Olen loobunud selles raamatus seni Nõukogude Liidu autotüüpide Gaz ja Zis peamisest käsitlemisest, sest käesoleva viisaastaku plaani kohaselt toodetakse juba terve rida uusi jõuvankritüüpe. Kõikide praegu Nõukogude Liidus toodetavate jõuvankrite käsitlemine ühes õpikus, millede põhitüüpide arv üksinda ulatub 13-ni, muutub aga liiga koormavaks nii raamatule kui ka õppijaile. Seepärast on käsitletav aine süstematiseeritud üksikseadmete konstruktsioonide ja töötamise põhimõtte seisukohalt, aga mitte üksikute autotüüpide seisukohalt, kuigi pole jäetud esile toomata praegu siiski veel enam levinud jõuvankritüüpide Gaz ja Zis üksikseadmete konstruktsioon ja töötamine.

Tahaksin siinjuures mitte jätta kasutamata juhust avaldada käesoleva raamatu vastutavale toimetajale Tallinna Polütehnilise Instituudi soojusenergeetika kateedri juhatajale prof. J. Ivand'ile suurimat tänu raamatu asjaliku toimetamise ja mitmete heade näpunäidete eest nii raamatu sisulise kui ka metoodilise külje alal, mis on aidanud kaasa selle raamatu paremale koostamisele.

Sügis 1948.

Arvo Talviste

I. SISSEJUHATUS

Autode tähtsusest

Auto, mille leiutajad ja mille algelisel kujul ehitajad said mitte palju enam kui pool aastasada tagasi üldise naeruvääristuse osaliseks, on nüüd sedavõrd juurdunud meie igapäevasesse ellu, et ilma selleta pole praegusaja elu mõeldavgi. Autod kui transportvahendid on asendamatud nende kasutamisvõimaluste tõttu igasugustes töötamistingimustes. Nende suur painduvus ja liikumiskiirus, lihtne käsitsemine ja ekspluateerimise ökonoomsus on loonud eeldused nende asendamatusele. Autode kasutamise võimalused on niivõrd laialdased, et vaevalt leidub mõnda praegusaja inimkonna eluavaldust, mis pole seotud autodega.

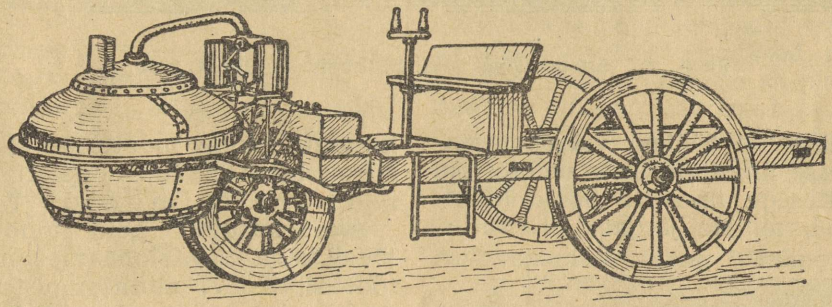
Auto või nimetatud ka automobiil, nagu see sõna juba ütleb (*αυτὸδ* — kreeka keeles — ise, mobilis — ladina keeles — liikuv), on endal asuva jõuallikaga varustatud liikumisvahend — jõuvanker.

Auto ei oma mitte ainult tähtsust temale pandavate ülesannete täitmisel kaupade ja inimeste veol või rakendamisel muudel eriotstarbelistel töödel, nagu tänavate kastmisel ja puhastamisel, abistamisel põllumajandustöödel, kiirel postiveol jne., vaid ta on ka oluline kultuuri arendamise tegur, olles sidemeks maa ja linna vahel, võimaldades maale linna kultuuri kättesaadavust.

Maa sõjalise kaitse seisukohast lasuvad autodel samuti vastutusrikkad ülesanded, kuna nad on vahendiks suurte sõjaväekoondiste kiirel ümberpaigutamisel, sõjaväe varustamisel lahinguvarustisega ning sõjamasinate transpordil.

Lühike ajalooline ülevaade

Mõte ehitada sõiduk, mis liiguks ilma inimese või looma veojõuta, on väga vana, kuid selle praktiline teostumine ei õnnestunud tolleaegsete tehniliste võimaluste tõttu, kus kohase jõuallika puudumisel püüti peamiselt kasutada tuulejõudu.



Joon. 1. Esimene auto, ehitatud aastal 1769.

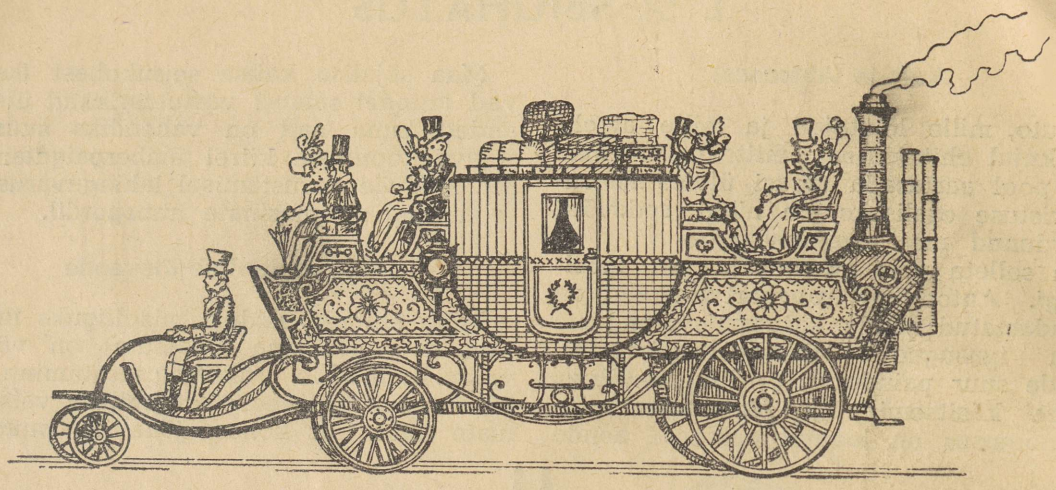
Alles siis, kui tehnika progressiivne areng võimaldas ehitada aurumasina[1], õnnestus, seda jõuallikana kasutades, esimese iseliikuva veoki ehitamine (joon. 1). Kuigi see veok, mis oli määratud tolleaegsete kahurite ja sõjavarustise veoks, oma raskuse ja kohmakuse tõttu (koosnedes puitraamist ja kolmest rauaga löödud puitrattast, milledest esimesel asus kahesilindriline raske aurumasin ja ümmargune aurukatel) praktilist kasutamist ei leidnud, andis see siiski tõuke asja arengule, ning selle mõtte kohaselt ehitati 1800. aastatel aurumasina jõul liikuv

[1] Esimese tööstuslikult kõlbliku aurumasina konstrueeris ja ehitas vene tehnik-mehaanik J. J. Polzunov aastal 1766 Barnaulis, Siberis.

kuvaid autobusi (joon. 2). Kuid ka need olid kohmakad, rasked ja aeglased ning ei pidanud vastu tolleaegsetel konarlikel teedel, mistõttu nad kõrvaldati ja asendati raudteeveoga.

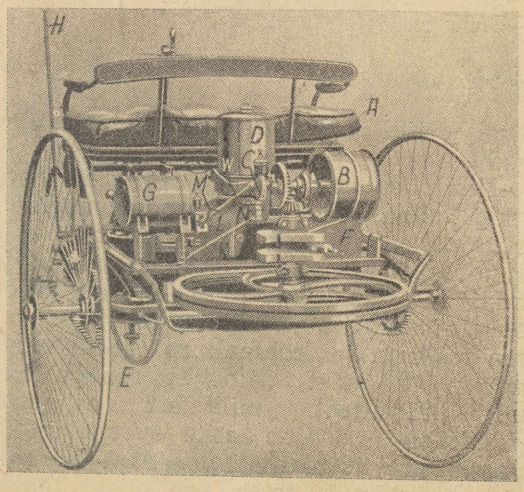
Autoasjanduse arengule pani uue aluse sisepõlemismootor. Esimene mootor oli mis andis plahvatusrõhku ainult kuni 4 at.

Sellest mootorist arenes 4-taktilise ringprotsessiga mootor, nagu me seda tunneme praegusaja mootoreil, kus mootori silindris toimub enne plahvatust küttesegu kokkusurumine. Kuna algul



Joon. 2. Aurumasina jõul liikuvaid autobusi 1800. a.

ühesilindriline ja töötas valgustusgaasiga. Sellesse ühesilindrilisse mootorisse toimus küttesegu imemine poole kolvikäigu vältel, millele järgnes plahvatus,



Joon. 3. Esimene sisepõlemismootori jõul liikuv auto, ehitatud 1886. a.

A — pea-ajam, *B* — jõuülekande rihmaratas, *D* — jahutusvee anum, *E* — pind — kütuse aurustaja, F — elektri-märgelementide kast, *G* — kütuse anum, *H* — hoob veorihma sidestamiseks ja vabakäigule seadmiseks.

kasutati nende mootorite kütuseks peamiselt bensiini, siis nimetati neid mootoreid bensiinimootoriteks.

Algul kasutati neid mootoreid vaid jõuallikana statsionaarseadmeile nagu tööstuspinkide, mitmesuguste masinate, veskite jne. tööle rakendamiseks.

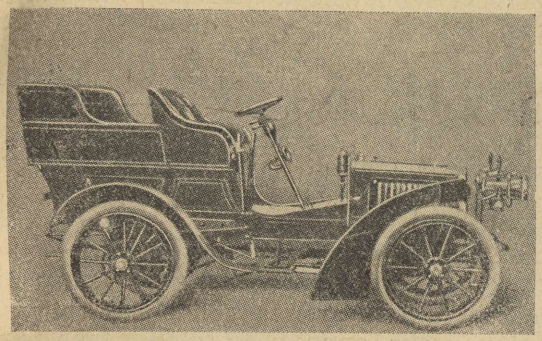


Joon. 4. Üks autodest aastatel 1890.

Aastal 1885 õnnestus esmakordselt ehitada sisepõlemismootori jõul liikuvat sõidukit, mis leidis praktilist rakendamist. See oli kolmerattaline sõiduk (joon. 3),

mis omas ¾ HJ ühesilindrilist bensiinimootorit ning sõitis 10—15 km tunnikiirusega. Sõiduk oli kaheistmeline, kõrgetel täiskummist kodarratastel.

Sõidukisse suhtuti eitavalt ja koheldi seda üleoleva põlgusega. Järgnevatel aastatel parandati ja täiendati uusi ehitatavaid sõidukeid, kuid nad jäid esialgu siiski hobuveo-sõiduvankritega sarnanevaiks (joon. 4). 1905. aastal ehitatud



Joon. 5. Auto — mudel 1905.

auto (joon. 5) on juba eelaimuseks praegusaja moodsale sõidukile (joon. 6).

Autode ehitamist pidurdas esialgu kummirehvide puudus, kuid kui leiutati õhuga täidetavad kummirehvid, oli ka see takistus kõrvaldatud.

Laiematele rahvahulkadele kättesaadavaks muutus auto alles siis, kui algas nende massiline tootmine, mis tegi müügihinna odavamaks.

Sellest ajast alates on autode ehitamine arenenud hiigelsammudega. On leiutatud uusi konstruktsioone, vastupidavamaid ja kergemaid materjale, suurendatud mootorivõimsusi suuremate kiiruste saavutamiseks, pandud enam rõhku mugavusele, välimusele ja ohutule sõidule.

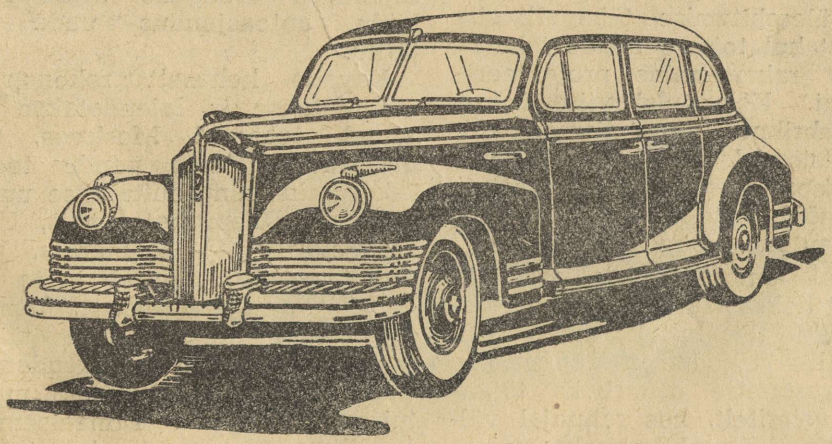
Autoasjanduse arengule on palju kaasa aidanud autode võidusõidud, sest nende juures maksimaalsete võimsuste kasutamine tõi esile üksikosade ja seadmete muutmise vajadusi, millega järgmisi ehitatavaid sõidukeid täiustati paremate tulemuste saavutamiseks.

Kui meenutada seda, et esimene sisepõlemismootori jõul liikuv sõiduk saavutas vaid 10 km tunnikiiruse, ja jälgida üksikute autovõidusõitjate tulemusi rea aastate jooksul, kus 1909. aastal oli maailmarekordiks 205 km/tundi, 1932. aastal 406 km/tundi, mis 1935. aastal tõsteti 484,6 km/tunnini ja 1939. aastal juba 594,8-kilomeetrilise tunnikiiruseni, siis näeme neid tulemusi, mida autoasjanduse areng nende aastate jooksul on andnud. Kuid ka siin ei ole tehnika oma viimast sõna öelnud.

Tegelikus elus aga pole erikonstruktsiooniautode tippsaavutused nii mõõduandvad, kui just autode ekspluateerimise kindlus, lihtsus, ökonoomsus, otstarbekus, ohutus ja selle tootmishind. Ka selles suunas on autode areng läbi teinud hiigelarengu.

Autoasjanduse areng Nõukogude Liidus

Tsaristlikul Venemaal autotransporti kui sellist ei olnud, samuti mitte autotööstust, välja arvatud paar väikest töökoda Moskvas ja Leningradis, kus pandi kokku mõned kümned autod välismaalt



Joon. 6. Nüüdisaegne auto — Zis-110.

sissetoodud osadest. Seega tõi oktoobrikuu revolutsioon Nõukogude Liidule päranduseną kaasa mitte-nimetamisväärse autode pargi. Needki tolleaegsed autod, peamiselt sõiduautod, olid kohmakad, alati remonti vajavad ning iga hetk lagunemas. Mõnest pikemast retkest polnud juttugi, ka lühemateks sõitudeks pidi alati hulk mitmesuguseid tagavaraosi kaasa vedama.

Peale Esimeses Maailmasõjas kannatada saanud majanduse taastamist alustati Nõukogude Liidus uute majandus- ja tööstusharude, nende hulgas ka autotööstuse ülesehitamist. Esimese viisaastaku vältel kerkisid Moskvas, Gorkis ja Jaroslavlis autotehased, millede ehitamise algsammud tehti 1927. aastal. Seega võib seda aastat pidada Nõukogude Liidu autotööstuse arengu algaastaks.

1930. aastal alustasid Molotovi-nimeline tehas Gorkis ja Stalini-nimeline tehas Moskvas autode hulgitootmist. Kuivõrd kiirelt arenes autode tootmine Nõukogude Liidus, selleks mõned arvud: 1930. aastal toodeti 9000 autot. 1935. aastaks oli see arv kasvanud üle 100 000 ning 1937. aastal oli Nõukogude Liit autode toodangu poolest esimesel kohal Euroopas ning Ameerika Ühendriikide järel teisel kohal maailmas.

Molotovi-nimeline tehas Gorkis tootis esimesel viisaastakul 1½-tonniseid veoautosid Gaz-AA ning sõiduautosid Gaz M-1, mida nende aastate jooksul igati täiendati. Stalini-nimeline tehas Moskvas tootis 3-tonniseid veoautosid Zis-5 ja sõiduautosid Zis-101. Jaroslavli tehas tootis 5-tonniseid veoautosid Jag-6.

Kui esimene viisaastak möödus uute autotehaste ülesehitamise tähe all, siis teisel viisaastakul toimus nende tehaste tootmisvõime rakendamine projekteeritud suuruseni. Kolmandal viisaastakul täiustati vabrikute tootmisseadmeid, mindi üle ratsionaalsematele tehnoloogilistele tootmisprotsessidele ning teostati ettevalmistustöid uute tehniliselt enam viimistletud autode tootmiseks.

1941. aastal tõmbas sellele arengule ajutiselt piiri Saksamaa kallaletung Nõukogude Liidule. Siis tuli ka autotööstusel ümber lülituda kodumaa kaitsmise ja vaenlase purustamise otstarbeks töötamisele. Konveieritelt, kus rahuajal väljusid majanduse ülesehitamiseks vajalikud sõidu- ja veoautod, hakkas liikuma rindele vajalikke eriotstarbelisi sõidukeid ja veokeid, mida kasutati suurte sõjaväekoondiste edasipaiskamiseks ja ümberpaigutamiseks, luuremasinatena, sanitaarmasinatena, maastikumasinatena, sõjavarustise juurdeveoks ning sõjamasinate veoks.

Põhimõte, mis Nõukogude Liidus pandi aluseks autode tootmise alustamisel, nimelt toota võimalikult lihtsaid, ka vähema vilumusega juhtidele hõlpsasti käsitatavaid, tugeva ehitusega ja ka kõige raskemates töötamistingimustes ning puudulikul hooldusel töötamiseks sobivaid autosid, osutus sõjaolukorras õigeks. Sellelt seisukohalt olid ka vaenlased avameelselt sunnitud tunnistama Nõukogude Liidus toodetud jõuvankrite üleolekut.

Kuid ka sõjaajal ei jäänud autoasjanduse areng Nõukogude Liidus täielikult soiku, vaid ta arenes võimaluste piires. Täienduseks enne sõda olnud tehastele lasti Lõuna-Uuralis käiku uus autotehas. Autokonstruktorid tegelesid juba sõjaajal uute täiuslikumate automudelite projekteerimisega, et peale sõja lõpetamist saaks kohe alustada sõjas purustatud rahvamajanduse taastamiseks vajalikkude jõuvankrite tootmist.

Vaevalt oli Suur Isamaasõda lõppenud, mille võitmiseks aitas kaasa Nõukogude armee käsutuses olev Nõukogude Liidu autotransport ja autotööstus, kui juba partei ja valitsuse poolt koostati uus pärastsõjaaegse rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan 1946.—1950. aastateks. Selles uues viie aasta plaanis ettenähtud kavadega autoasjanduse arenguks astub Nõukogude Liidu autoasjandus uude arenemisjärku.

Kavade kohaselt rekonstrueeritakse, täiendatakse ja laiendatakse enne sõda olnud tehaseid Moskvas, Gorkis ja Jaroslavlis, tõstes nende tootmisvõime 4-kordseks, ning ehitatakse uued tehased Minskis, Dnepropetrovskis, Uljanovskis, Novosibirskis ja Kumansis. Viisaastaku lõpus on ette nähtud toota enam kui 500 000 autot aastas. Tootmisvõimsuse tõus saavutatakse uute täiuslikumate tehniliste menetluste rakendamisega ning uute kõrgevõimsuseliste metallitöötlemise pinkide ja ratsionaalsemate tehnoloogiliste protsesside kasutamisele võtmisega.

Lisaks senitoodetud autodele toodetakse 5 uut eriliiki veoautosid ning 3 uut tüüpi sõiduautosid. Need on:

Veoauto Gaz-51, kuuesilindrilise 70 HJ bensiinimootoriga, kandevõime 2,5 t.

Veoauto Gaz-63, erineb eelmisest neljarattaveoga, kandevõime 2,0 t.

Veoauto Zis-150, kuuesilindrilise 90 HJ bensiinimootoriga, kandevõime 3,5 t.

Veoauto Zis-253, kahetaktilise 83 HJ diiselmootoriga, kandevõime 3,5 t.

Veoauto Jaz-200, kahetaktilise 110 HJ diiselmootoriga, kandevõime 5—7 t.

Sõiduauto Zis-110, kaheksasilindrilise 140 HJ bensiinimootoriga, 7-istmeline.

Sõiduauto „Pobeda", neljasilindrilise 55 HJ bensiinimootoriga, 5-istmeline.

Väikeauto „Moskvitš", neljasilindrilise 23 HJ bensiinimootoriga, 4-istmeline.

Peale nende veel terve rida eriehitusega ja eriotstarbelisi veokeid ülalnimetatud autode alustel.

Need uued autod on vastupidavamad üksikagregaatide kulumises, ökonoomsemad, mahutavamad, omavad paremaid liiklusomadusi ning on väliskujult viimistletumad. Diiselmootorite kasutamisele võtmine vähendab kütuse kulu ning võimaldab vähemdefitsiitsete, hõlpsamini toodetavate ja odavamahinnaliste kütuste kasutamist.

Autode liigitus

Oma otstarbe kohaselt jagunevad autod nelja pealiiki:

a — veoautod, mis on määratud toodete transpordiks,

b — sõiduautod, mis on määratud inimeste veoks,

c — eriotstarbelised autod, mis on eriehitusega või varustatud eriseadmetega vajalikkude tööülesannete täitmiseks,

d — autobused, mis on määratud inimeste gruppide veoks.

Veoautod.

Sõltuvalt kandevõimest liigitatakse veoautod:

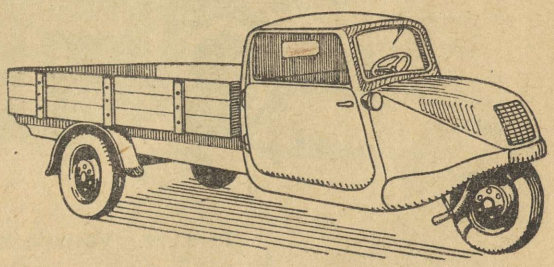
a — kergeveoautod, kandevõimega kuni 2,4 t;

b — keskveoautod, kandevõimega 2,5 kuni 5,0 t;

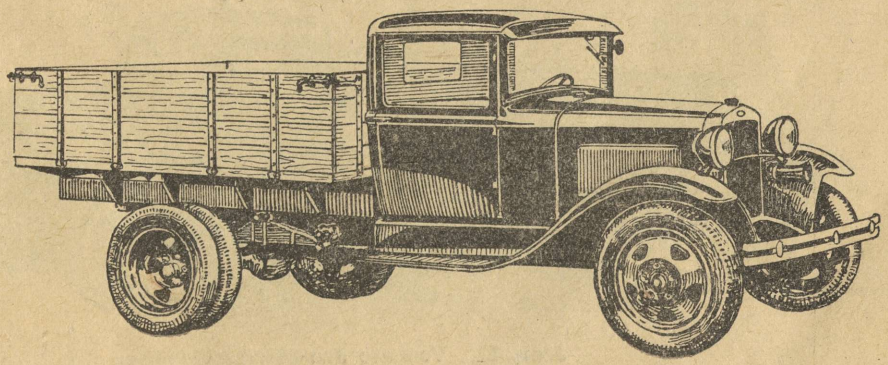
c — raskeveoautod, kandevõimega üle 5,0 t.

Veoauto kandevõime arvestatakse headel teedel. Halbadel teedel tuleb veoautot koormata vaid 70—75% tema kandevõimest. Mõned tehased määravad toodetavatele veoautodele kahesuguse kandevõime, näiteks 2,0—2,5 tonni. Siis tähendab väiksem arv auto kandevõimet halbadel teedel ja suurem headel teedel. Tavalise veoauto kere koosneb kinnisest juhiruumist ja puitplatvormist, mille küljed ja tagaluuk on mahapööratavad.

Joonisel 7 on toodud kolmerattaline kergeveoauto, kandevõimega kuni 0,5 t,

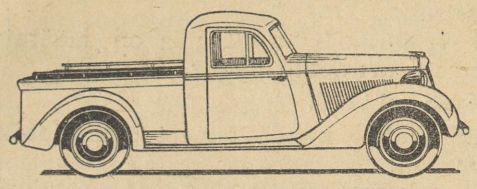


Joon. 7. Kolmerattaline väikeauto, kandevõime 0,5 t.



Joon. 8. Veoauto Gaz-AA, kandevõime 1,5 t.

mis on määratud kaupade lähistransporditiks siselinnas, tavaliselt varustatud väikese õhkjahutusmootoriga, on ökonoomne ja odav, kuid vähem vastupidav.



Joon. 9. „Pick-up", kandevõime 0,5 t.

Joonisel 8 on toodud 1,5-tonnine kergeveoauto. Kergeveoautod varustatakse tavaliselt 4-silindrilise mootoriga kuni 80 HJ ning nad liiguvad kiirusega kuni 90 km/tunnis. Kergeveoautod kuni 0,75 t kandevõimega ehitatakse ka sõiduauto alusele (joon. 9) ja omavad eesosas sõiduauto kuju, kuid taga väikest veokasti.

Keskveoautod (joon. 10) omavad tavaliselt 6-silindrilist mootorit 80—120 HJ ning liiguvad kuni 70 km/tunnis, ehitatud peamiselt kaheteljelistena.

Raskeveoautod (joon. 11) on varustatud peamiselt diiselmootoritega 100—150 HJ.

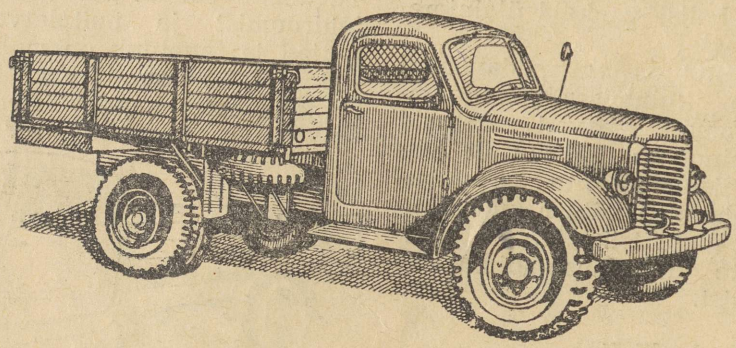
Üle 10 t kandevõimega raskeveoautod ehitatakse kolme- või koguni neljateljelistena. Nende liikumise kiirus on väiksem, kuni 60 km/tunnis. Tavaliselt liiguvad raskeveoautod kas ühe või mitme järelvankriga (joon. 12).

S õ i d u a u t o d.

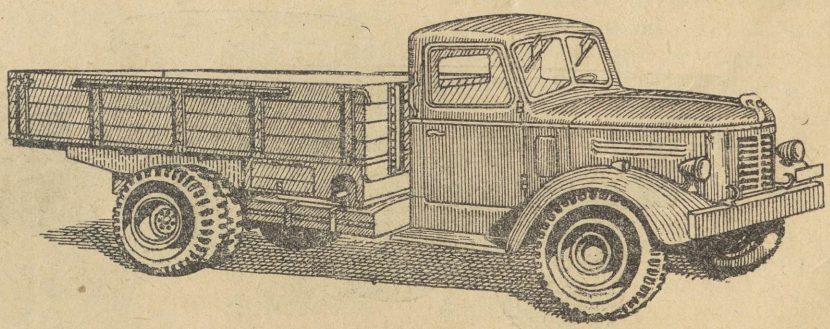
Sõiduautoks nimetatakse sõidukit, mis on määratud kuni 8 inimese veoks. Sõiduautode liigitusaluseks on võetud mootori silindrite maht liitrites. Nad liigitatakse:

a — v ä i k e a u t o d e k s, mille mootori silindrite maht on kuni 1,90 liitrit,

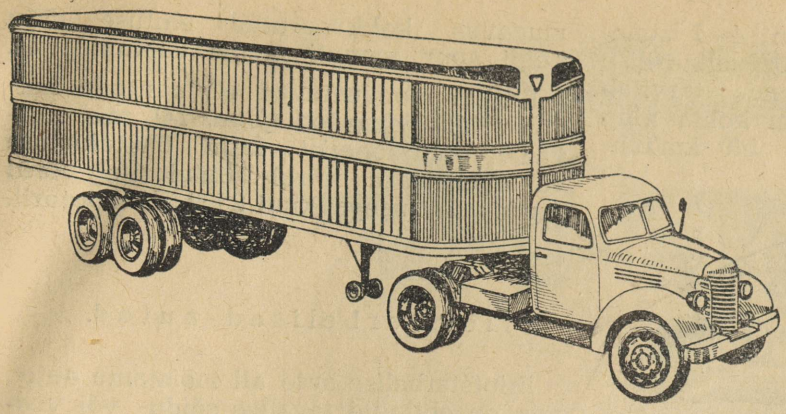
b — k e s k s õ i d u a u t o d e k s, mille mootori silindrite maht on 2,0 kuni 4,0 liitrit;



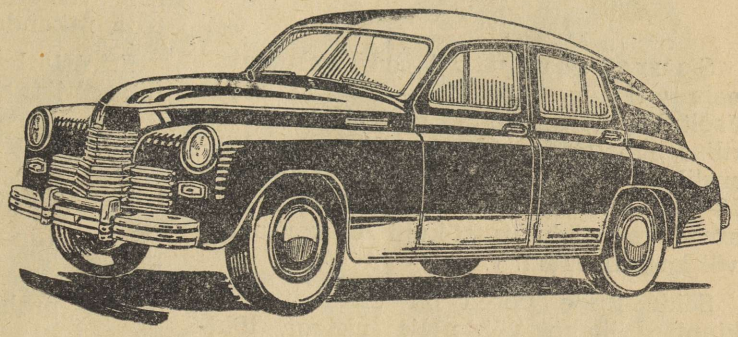
Joon. 10. Veoauto Zis-150, kandevõime 3 t.



Joon. 11. Veoauto Jaz-200, kandevõime 5 t.



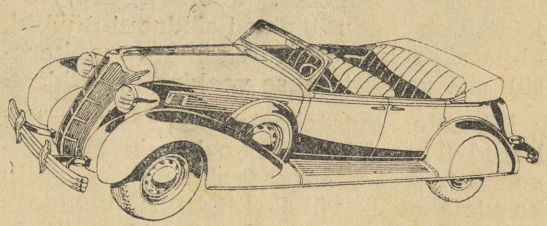
Joon. 12. Raskeveoauto järelvankriga.



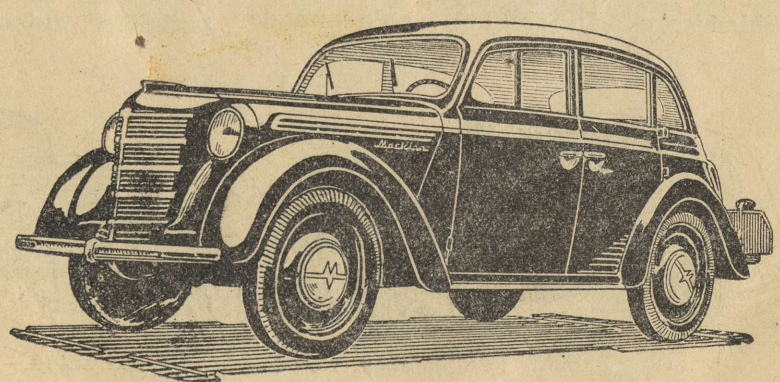
Joon. 13. Sõiduauto „Pobeda".

c — suursõiduautodeks, mille mootori silindrite maht on üle 4,0 liitri.

Väikeautod, mis ehitatakse peamiselt selle kättesaadavuse pärast laiematele rahvahulkadele odavama hinna, väikeste ekspluateerimiskulude ja vähese kütuse tarviduse tõttu, on tavaliselt 2—4-istmelised, omavad 20—50 HJ 4-silindrilist mootorit, mis tarvitab 8—12 liitrit kütust 100 km kohta ning arendab sõidukiirust keskmiselt kuni 100 km/tunnis.

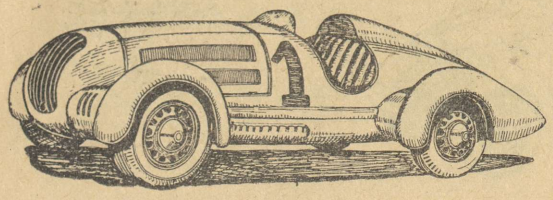


Joon. 13 a. Lahtine sõiduauto.



Joon. 13 b. Sõiduauto „Moskvitš".

Keskõiduautod on 4—7-istmelised, varustatud peamiselt 6-silindrilise mootoriga 50—100 HJ, mis tarvitab 12—17 liitrit kütust 100 km kohta ning arendab sõidukiirust kuni 140 km/tunnis.



Joon. 14. Võidusõiduauto.

Suursõiduautod on varustatud eelmisest tugevama, 100—150 HJ, tavaliselt 8-silindrilise, kuid ka 6- ja 12-silindrilise mootoriga. Nende ehitus on luksuslikum ja mugavam. Tarvitavad 20—35 liitrit kütust 100 km kohta ning arendavad sõidukiirust kuni 160 km/tunnis või koguni enam.

Sõiduautode kered on enamalt jaolt kinnised kahe või nelja uksega tõldkered. Kerele püütakse anda voolujooneline kuju, et vähendada kiirel sõidul esinevat õhutakistust, samuti et anda autole nägusamat välimust. Joonistel 13, 13 *a* ja 13 *b* on toodud mõned sõiduautotüübid. Ehitatakse ka lahtikäiva katusega keresid, mis valmistatakse veekindlast riidest.

Mitmete autotehaste poolt on välja lastud üliväikeautod, mis mahutavad vaid kaks, harva kolm inimest. Siin kasutatakse 1- või 2-silindrilisi, kahetaktilisi õhkjahutusega mootoreid, millede silindrite maht on kuni 0,5 liitrit. Kütuse kulu on vaid 4—6 liitrit 100 km kohta. Nad on määratud peamiselt linna lähisliiklemiseks. Loomulikult pole nende mugavus kokkusurutud ehituse tõttu kuigi suur, samuti nende vastupidavus.

Eriliigi moodustavad sõiduautode hulgas võidusõiduautod (joon. 14), mis omavad voolujoonelist kuju õhutakistuse vähendamiseks kiirel sõidul ning eriti suure võimsusega, kuni 2500 HJ mootorit.

Eriotstarbelised autod.

Eriotstarbelise auto all mõistame autot, mis on ehitatud tavalise sõidu- või veoauto alusele, kuid omab pealisehitust, mis vastab kasutamistingimustele, kus teda rakendatakse.

Eriotstarbelisi autosid kasutatakse näiteks alljärgnevatel aladel:

a — tuletõrje-, pääste- ja miilitsateenistuses;

b — haigete ja surnute veoks;

c — tänavate puhastamiseks ja kastmiseks;

d — prahi-, mustuse- ja lumeveoks;

e — kanalisatsiooni- ja sadestusaukude puhastamiseks;

f — ringhäälingu ja filmiteenistuseks;

g — vedelainete transpordiks (kütused, piim, happed jne.);

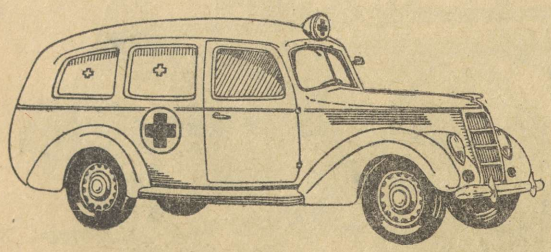
h — tänavate, teede ja muudel ehitustel kasutamiseks;

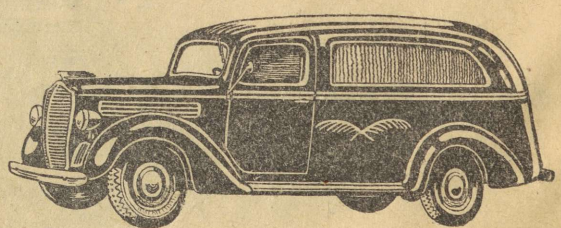
i — eriagregaatide veoks (kompressorid, pumbad, liikuvad elektrijaamad);

j — rask-esemete transpordiks;

k — mitmesugusteks muudeks otstarveteks.

Joonisel 15 on toodud mõned eriotstarbelised autod.



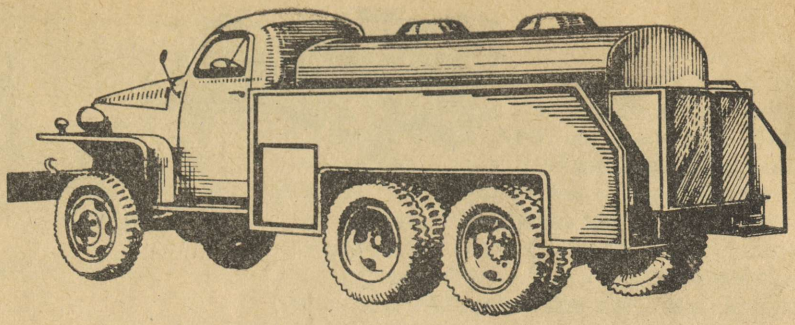


Joon. 15. Eriotstarbelised autod.

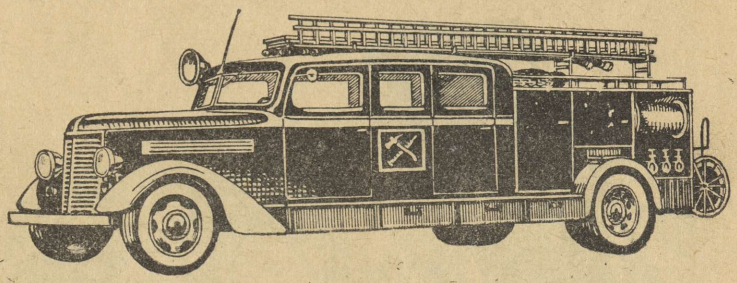
Esmaabiauto.

Surnuveoauto.

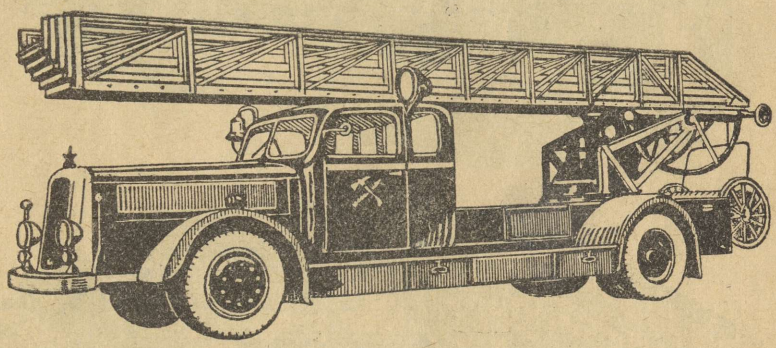
Kütuseveoauto



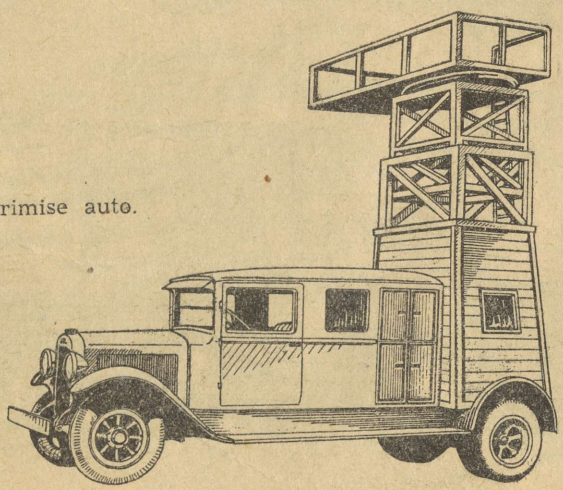
Tuletõrjeauto

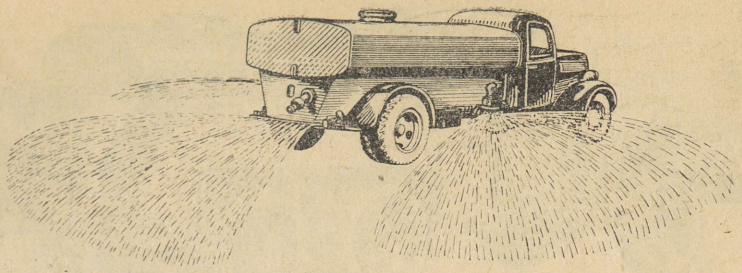


Tuletõrjeredeli-auto.

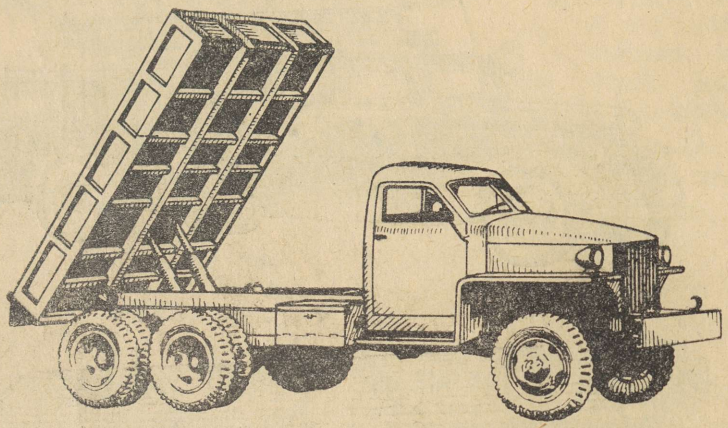


Elektri-õhujuhtmete monteerimise auto.

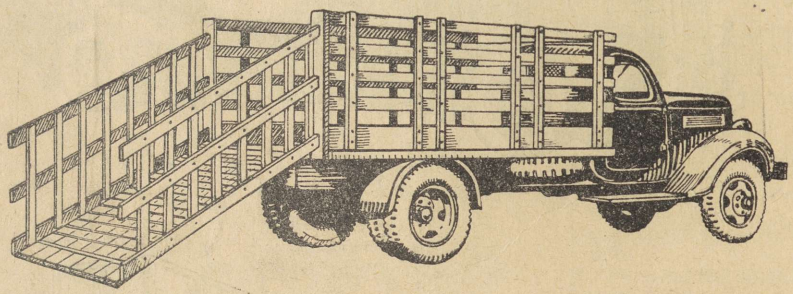




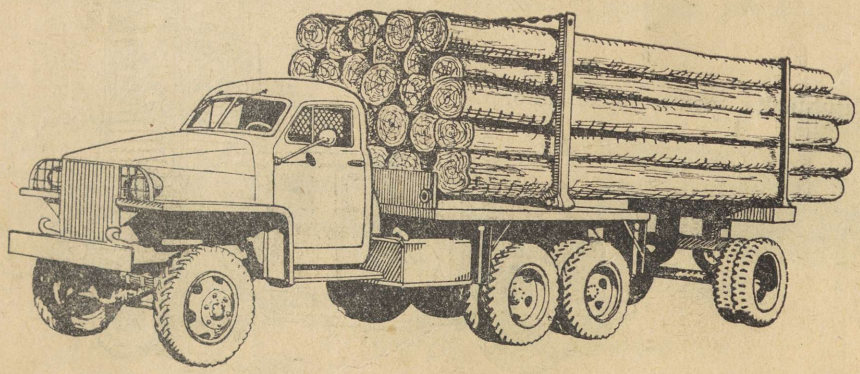
Tänavakastmise auto.



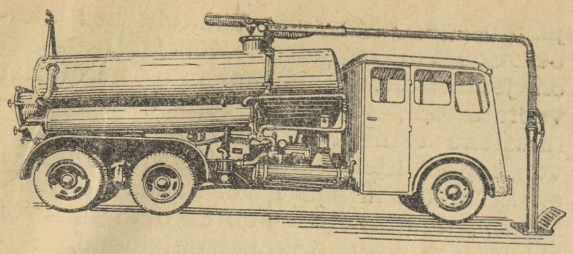
Kallutatava platvormiga veoauto.



Elusloomade veoauto.



Veoauto järelkäruga palkide veoks.

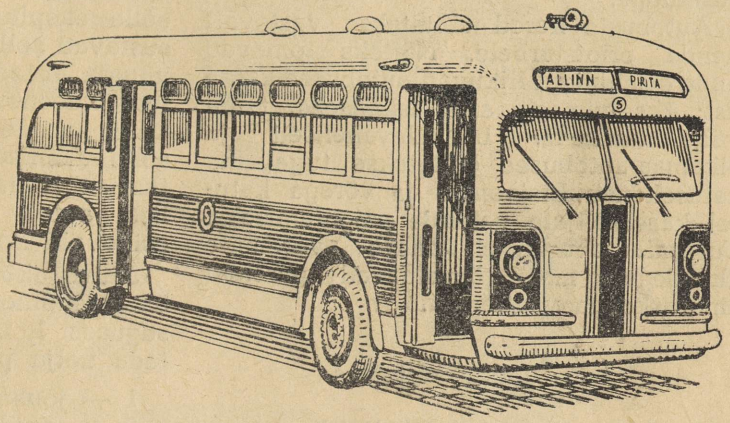


Kanalisatsiooni puhastamise auto.

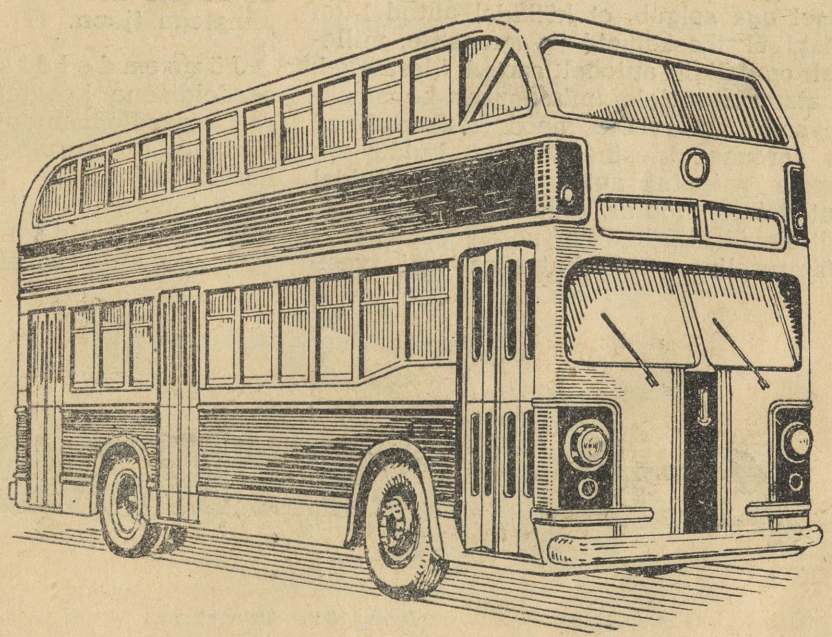
Autobused.

Autobuseks nimetatakse sõidukit inimeste veoks, mis mahutab enam kui 8 inim-istekohta. Neid kasutatakse linna sisetranspordiks, linnalähistranspordiks kui ka linnadevaheliseks ning linna ja maa-asulate vaheliseks inimeste veoks.

Autobuste suurus sõltub selle kasutamistingimustest. Näiteks kasutatakse linna siseliikluseks liinidel, mis läbista-



Joon. 16. Autobus Zis-154.



Joon. 16 a. Kahekordne autobus.

vad kitsaid tänavaid, väikesi, kuni 22-istmelisi autobusi. Linna siseliiklusel suurlinnades, laiadel prospektidel — suurema mahutavusega, üle 32-istmelisi autobusi, mõnikord ka kahekordseid, kuni 100-istmelisi autobusi. Eeslinnade ja kesklinna vahelistel liinidel kasutatakse suuri autobusi kuni 60 istmega. Maa ja linna vaheliseks pikamaa-ühenduse pidamiseks — keskmisi autobusi, kuid mugavama ja avarama ehitusega.

Peale nimetatute kasutatakse veel eriotstarbelisi autobusi, näiteks kooliõpilaste veoks, turistide veoks jne.

Joonisel 16 on toodud mitmeid autobusetüüpe.

Autobuste kered ehitatakse vastavalt nende eriotstarbele. Näiteks omavad linna siseliinidel liikuvad autobused kahte ust: üks inimeste sisselaskmiseks, teine väljalaskmiseks. Linnadevahelised ja pikamaa-autobused ehitatakse tugevama katusekonstruktsiooniga ja võrega katusel kaasasõitjate pakkide paigutamiseks. Turismiautobused ehitatakse avaramate akendega, mis võimaldavad paremat ümbruskonna vaatlemist.

Auto üldine kirjeldus

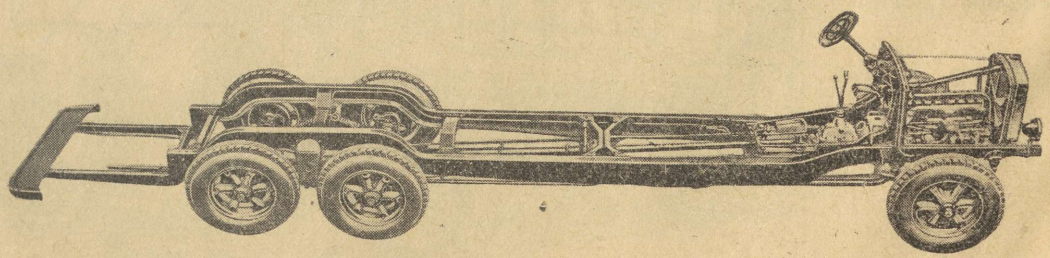
Vaadates eespool toodud mitmesuguseid autotüüpe näeme, et nad erinevad üksteisest mitmetes konstruktiivsetes üksikasjades, sõltuvalt sellest, mis otstarbeks auto on määratud. Lähemal vaatlusel aga selgub, et kõikidel autodel on siiski üksikseadmeid ja agregaate, milledel on kõigil autodel samad ülesanded, vaatamata sellele, missuguses konstruktiivsetes erinevustes need üksikseadmed ja agregaadid esinevad ning kuidas on nende paigutus autol. Näiteks kõikidel autodel on mootor, olgu see siis bensiinküttel või diiselmootor, nõrga- või tugevavõimsuseline, õhkjahutusega või vesijahutusega, olgu selle asukoht kas auto eesotsas või tagaotsas. Kõikidel autodel on jõuülekande mehhanismid mootorist veoratasteni, sõltumata sellest, kas veoratastena esinevad eesrattad, tagarattad või koguni kõik rattad. Kõikidel autodel on kere, kas inimeste või kauba paigutamiseks, ning see asetseb auto raamil või alusel. On küll erikonstruktsioone, näiteks sõiduautode juures, kus auto kere ja alusraam on kokku ehitatud, moodustades ühe kandeterviku kogu autole, see ei sega aga autode ehituse üldpõhimõtet. Paljudel autodel on hulk täiendusseadmeid, mis teevad auto mugavamaks, liikumiskindlamaks, ohutumaks, alandavad selle ekspluateerimise kulusid või lihtsustavad selle käsitsemist, kuid ka see ei muuda autode vastavatest üksikseadmetest koosnemise pilti. Seepärast kasutame autode üldiseks tundmaõppimiseks selle üksikseadmete ja agregaatide asetust sellisena, nagu see esineb ühel tavalisel autol, ning hiljem õpime tundma esinevaid konstruktiivseid erinevusi.

Jättes kõrvale autokere võime auto üksikseadmed ja agregaadid selle mitmesuguses konstruktiivses erinevuses jaotada nelja pearühma:

1 — jõuseadeldis — mootor,
2 — jõuülekandeseadeldis,
3 — juhtimisseadeldis,
4 — veoseadeldis.

Tutvume üldiselt nendesse rühmadesse kuuluvate seadmete ja agregaatide ülesannetega (joon. 17).

J õ u s e a d e l d i s — m o o t o r. Jõuseadeldisena kasutatakse autodel peamiselt sisepõlemismootoreid. Elektrimootoreid või aurumootoreid kasutatakse harva. Mootoris muundatakse kütuse näol temasse juhitav soojus mehaaniliseks tööks, mida antakse üle auto veoratastele auto edasiviimiseks. Kui moo-

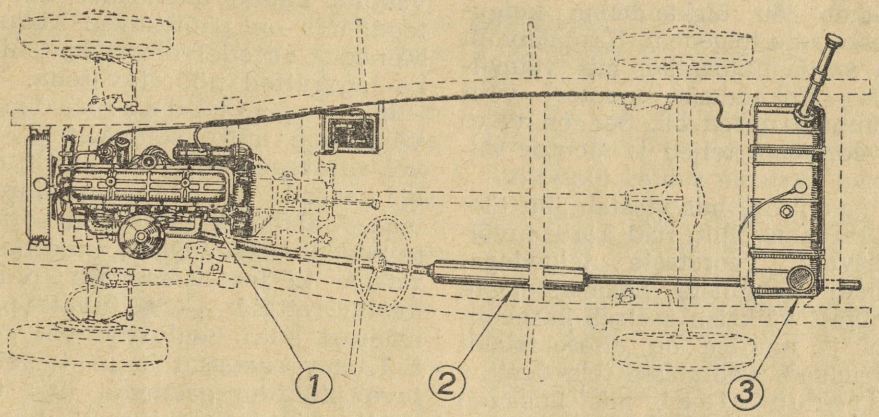


Joon. 16 b. Auto alus.

tor omab vesijahutust, siis paigutatakse radiaator jahutusõhu paremaks läbivoolamiseks tavaliselt auto eesotsa. Mootori juurde kuuluvad loomulikult kõik abiseadmed, mis selle töötamiseks on vajalikud, olgu need kütuse juurdeandmise otstarbeks, küttesegu süütamiseks mootori silindrites, mootori käivitamiseks, heitegaaside väljajuhtimiseks, mootoriõli puhastamiseks või muuks otstarbeks. Mootori käivitamise, mootori töötamise kontrollimise ja mootori töörežiimi muutmise käsitsuspidemed ja näitajad on toodud autojuhile käepärastena juhiruumi, juhiistmekoha lähedusse armatuurlauale ja juhiruumi põrandale. Jõu edasiandmine mootorilt toimub mootori hoorattasse ehitatud siduri kaudu.

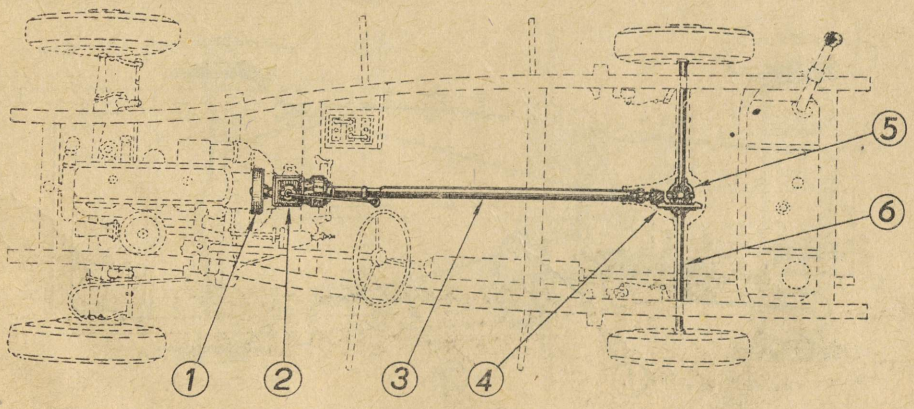
J õ u ü l e k a n d e s e a d e l d i s. Siintoodud selgitusnäites on tagarattad auto veoratasteks, seepärast toimub jõuülekanne mootorilt tagumiste ratasteni. Mitmetel autotüüpidel on eesrattad veoratasteks või koguni kõik rattad. Loomulikult toimub siis jõu ülekandmine mootorilt kas eesratasteni või kõigi nelja rattani. Jõuülekandeseadeldisse kuulub:

a — s i d u r, mis võimaldab mootori eraldamist ja sujuvat ühendamist veoratastega jõuülekandeseadeldise kaudu. Sidurit kasutatakse olukordades, kus autot on vaja peatada, ilma et mootorit seisatakse. Selleks lahutatakse mootor siduri abil veoratastest. Siduri sujuval ühendamisel sidestatakse mootor veoratastega ning auto liigub kohalt. Samuti kasutatakse sidurit käikude vahetamisel, säästes jõuülekandeseadme mehhanisme



Joon. 17. Auto jõuseadeldis.

1 — mootor, 2 — heitegaaside väljalasketoru, 3 — kütusepaak.



Joon. 17-a. Jõuülekandeseadeldis,

1 — sidur, 2 — käigukast, 3 — kardaanvõll, 4 — pea-ajam, 5 — diferentsiaal, 6 — pooltelg.

ja hammasrattaid järskudest tõugetest. Sidur on mootori hoorattaga kokku ehitatud ning on väliselt kaetud sidurikestaga. Sidurit käsitsetakse pedaaliga, mis asetseb juhiruumis.

b — käigukast, mis koosneb tervest reast mitmesuguse suurusega hammasratastest. Ühendades neid hammasrattaid erisuguses vahekorras saame auto kiirust muuta aeglasemaks või kiiremaks. Auto aeglasemal kiirusel saame tugevama veo, mida meil on vaja näiteks auto paigaltvõtmisel, mäkkesõidul, rasketel teeoludel, raskel veol jne. Käigukast asetseb mootori tagumise otsa juures, kinnitatud sidurikesta külge või eraldi. Teda käsitsetakse käsikangi abil, mis ulatub juhiruumi.

c — kardaanvõll, mis kujutab endast seest õõnsat toru. See suundub käigukastist veorataste poole ning selle kaudu toimub jõu ülekandmine käigukastist veorataste telgedeni. Kardaanvõlli otstes on kardaanliigendid, mis võimaldavad jõu ülekandmist mootori võlli suhtes muutuva nurga all. See on vajalik, sest veorataste teljed ja mootor sõidul õõtsuvad üksteise suhtes üles-alla.

d — pea-ajam, mis teostab jõu ülekandmist kardaanvõllilt, risti kardaanvõllil asetsevate veorataste telgedega. See koosneb kooniliste hammasrataste paarist, millest väiksem asetseb kardaanvõlli otsas ja suurem on diferentsiaali kaudu ühenduses veorataste telgedega.

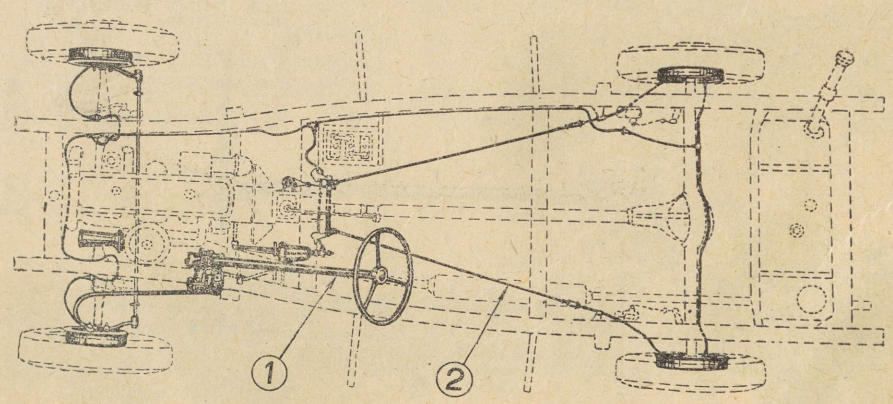
e — diferentsiaal, mis koosneb hammasrataste komplektist, mille kaudu toimub pea-ajamilt jõu ülekandmine veorataste telgedele. Diferentsiaal võimaldab ühte veoratast pöörelda erineva kiirusega teisest, mis on vajalik näiteks siis, kui auto sõidab ümber nurga, kus auto sisemine ratas läbistab sama aja vältel lühema teekonna (väiksem kaar) kui väline ratas.

f — teljed, nimetatud pooltelgedeks, sest üks pool tervest veorataste teljest on ühendatud ühe veorattaga, teine teisega. Pooltelgede kaudu toimub jõu ülekandmine diferentsiaalist veoratasteni.

Juhtimisseadeldis. Auto sõidusuuna muutmiseks, pööramiseks, aeglustamiseks ja peatamiseks varustatakse autod juhtimisseadeldisega. Juhtimisseadeldis koosneb:

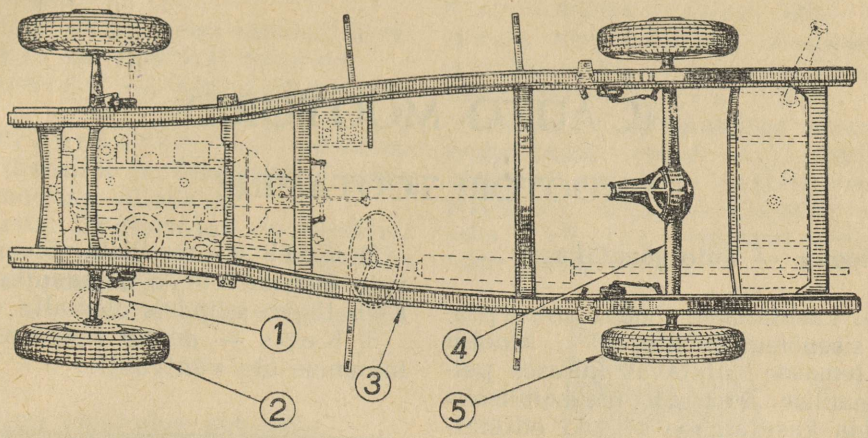
a — rooliseadmest, mis võimaldab pöörata auto eesrattaid soovitud sõidusuunda. See toimub rooliratta abil, mis asetseb juhile käepäraselt juhiruumis. Rooliratas on rooli ajami ja hoovastiku kaudu ühenduses auto eesratastega, mis on pööratavad külgsuundades. Mõnedel autodel ehitatakse nii ees- kui ka tagarattad pööratavatena.

b — pidurdusseadmest, mis võimaldab auto sõidukiirust vähendada või autot peatada. Tavaliselt on nüüdisaja autod varustatud neljaratta-piduritega. Vajutades juhiruumi põrandas asetsevale piduripedaalile, pidurdatakse auto rataste küljes asetsevate piduritrumlite kaudu rattaid — sõltuvalt pidurdamise määrast auto aeglustub või peatub. Autod on varustatud kahe iseseisvalt töötava pidurdusseadmega, üks töötab pedaali vajutusel, teine käsihoova tõmbamisel. Viimast kasutatakse peamiselt hädapidurina, kui jalgpidur ei tööta, ning seisva auto veerema hakkamise vältimiseks.



Joon. 17-b. Juhtimisseadeldis.
1 — rooliseade, 2 — piduriseade.

Veoseadeldis. Veoseadeldise all mõistetakse auto seda osa, millel lasub veetav raskus ning mis võimaldab selle edasiviimist. Ta koosneb tavaliselt raa-



Joon. 17-c. Veoseadeldis.
1 — eestelg, 2 — eesratas, 3 — raam, 4 — tagasild, 5 — tagaratas.

mist, millele asetatakse kere inimeste või kaupade mahutamiseks. Raam toetub vedrude kaudu ees- ja tagarataste telgedele, s. o. eesteljele ja tagasillale. Ratastele on pandud õhuga täispumbatud kummirehvid, mis leevendavad maantee konaruse tõukeid.

Peale loetletud seadmete ja agregaatide omab auto terve rea muid seadmeid, mis on määratud kas varustise kaasaveoks, selle mugavuse, ohutuse ja sõidukindluse tõstmiseks. Siia kuulub näiteks kütusepaak, elektervalgustusseadmed, signaalseadmed, mitmesugused näitajad, nagu kiiruse, kütusehulga, akupatarei laadimise määra, jahutusvee temperatuuri jne. näitamiseks, soojendusseadmed, õhustusseadmed, eesklaasipuhastaja, tööriistade ja tagavaraosade kast, tagavararehvi hoidmise seadeldis jne.

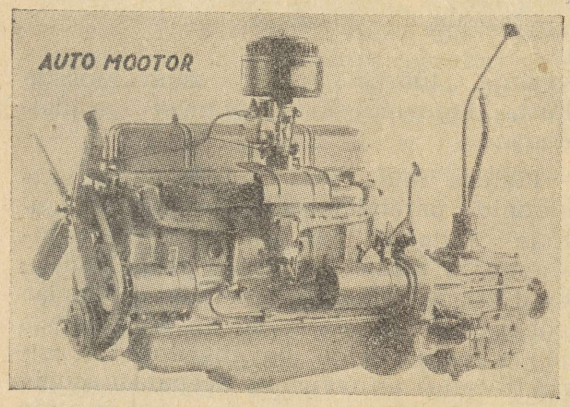
Püüdes leida teid autode konstruktsioonide parandamiseks on mitmed autode ehitajad loonud uusi konstruktsioone ja üksikagregaatide paigutusviise, kuid tundes üksikagregaatide töötamise põhimõtteid ja otstarvet, on alati hõlbus jõuda selgusele iga jõuvankritüübi konstruktiivsetes erinevustes. Seepärast asume auto üksikseadmete ja agregaatide tundmaõppimisele.

II. AUTO MOOTORID

MOOTORI TÖÖTAMINE

Mootor — auto jõuallikas

Autodel kasutatakse jõuallikatena peamiselt sisepõlemismootoreid. Mootor muudab temasse juhitavas kütuses peituva keemilise energia mehaaniliseks tööks, mida kasutatakse sõiduki edasiliikumiseks.



Joon. 18. Mootor.

Automootorites tarvitatakse peamiselt vedelkütuseid, nagu bensiini, bensooli, naftat jne., samuti gaasigeneraatoreis puidu, turba, koksi, söe jne. gaasistumisel saadavat gaasi.

Kuna praegusajal kasutatakse peamiselt automootoreid, mis töötavad bensiiniga, siis võtame esmajoones vaatluse alla sellise mootori.

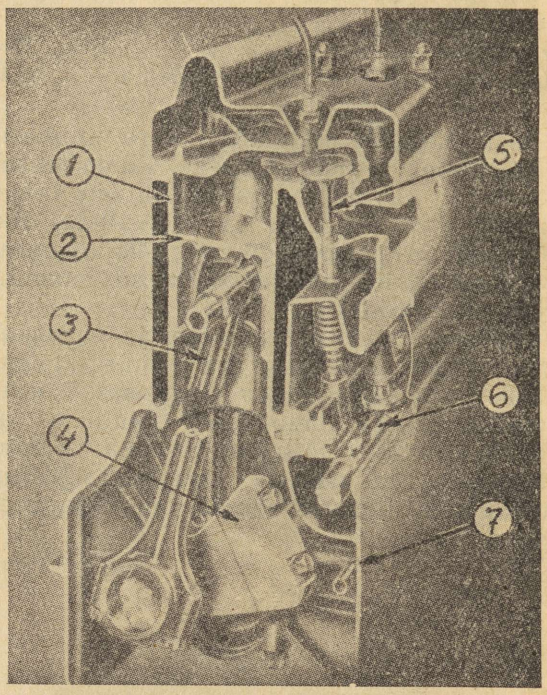
Mootori peaosad

Autode liikumapanemiseks kasutatav bensiinimootor koosneb järgnevatest peaosadest (joon. 19):

1) S i l i n d e r — ruum, kus toimub kütuse või küttesegu põlemine.

2) K o l b — muudab põlemisel tekkivate gaaside surve mehaaniliseks tööks. Kolb liigub silindris üles-alla tihedalt.

3) K e p s — annab kolvi edasi-tagasiliikumise üle väntvõllile.



Joon. 19. Mootor ristlõikes.
1 — silinder, 2 — kolb, 3 — keps, 4 — väntvõll, 5 — klapp, 6 — jaotusvõll, 7 — karter.

4) V ä n t v õ l l — muudab kolvi edasitagasiliikumise pöörlevaks liikumiseks ning annab selle edasi sõiduki liikumapanemiseks.

5) S i s s e l a s k e k l a p p — avab küttesegule (kütuse ja õhu segule) õigel ajal sissepääsu silindrisse.

6) V ä l j a l a s k e k l a p p — võimal-

dab töötanud gaasidele (heitegaasid) väljapääsu silindrist.

7) Jaotusvõll (nukkvõll) — avab ettenähtud momentidel sisselaske- ja väljalaskeklapid.

8) Karter — on kogu mootori alustoeks, kannab ka väntvõlli laagreid.

9) Hooratas — ühtlustab mootori töötamist.

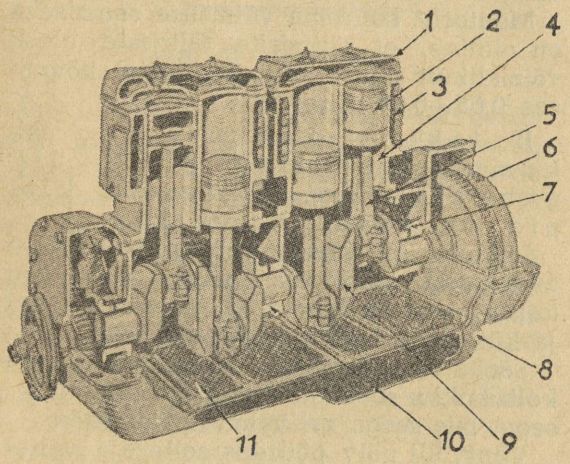
10) Karburaator — valmistab küttesegu (bensiini ja õhu segu), mida imetakse mootori silindrisse.

Ülalloetletud mootoriosad on peaosad, mida peame tundma mootori töötamise põhimõtte selgitamisel.

Lähemalt käsitleme neid mootori osade tundmaõppimisel.

Mootori töötamise põhimõte

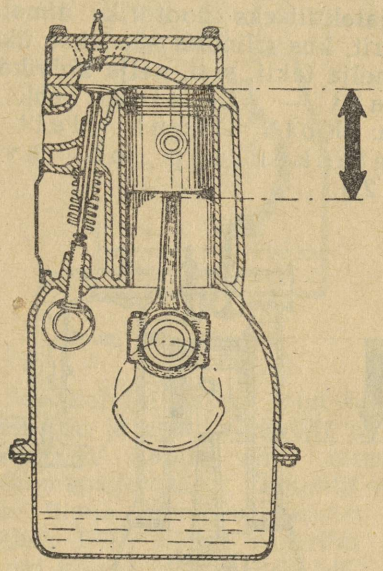
Mootori töötamise põhimõtet selgitame esmalt kõige lihtsamal, s. o. ühesilindrilisel mootoril.



Joon. 20. Mootor pikilõikes.

1 — silindriploki kaas, 2 — kolb, 3 — veesärk, 4 — silinder, 5 — keps, 6 — hooratas, 7 — karter, 8 — õlipann, 9 — väntvõll, 10 — raamlaager, 11 — õlisõel.

Kolvi allaliikumisel imetakse küttesegu silindrisse ja kolvi järgneval ülesliikumisel surutakse see kokku. Kokkusurutud küttesegu süüdatakse elektrisädemega. Küttesegu põlemisel tekkivad gaasid evivad suurt temperatuuri, mistõttu rõhk silindris tõuseb. Tekkinud rõhk tõukab kolvi alla, tehes tööd gaaside paisumise arvel. Järgneval kolvi ülesliikumisel paisatakse töötanud gaasid silindrist välja. Järelikult peab kolb tegema neli käiku selleks, et üks kord sooritada tööd. Kolvi seisu oma äärmises ülemises asendis nimetatakse kolvi ülemiseks surnudpunktiks ehk seisanguks ning äärmises alumises asendis alumiseks surnudpunktiks ehk seisanguks. Kolvi liikumist ülemisest surnudpunktist alumise surnudpunktini (ülalt alla), samuti kolvi liikumist alumisest surnudpunktist ülemisse (alt üles) nimetatakse teoreetiliseks taktiks (edaspidi nimetatud — takt) (joon. 21).



Joon. 21. Teoreetiline takt.

Automootoritena kasutatakse suuremalt osalt neljataktilisi mootoreid. Selle all tuleb mõista seda, et mootor vajab ühe nn. ringprotsessi läbiviimiseks silindris nelja takti ehk nelja kolvikäiku. Järelikult toimub neljataktilises mootoris ringprotsess, s. o. küttesegu viimine silindrisse, põlemine, paisumine ja töötanud gaaside silindrist väljaheitmine kolvi nelja käigu vältel.

I takt — kolb liigub ülalt alla — imemine ehk sisselase, küttesegu juhtimine (imemine) silindrisse.

II takt — kolb liigub alt üles — kokkusurve ehk komprimeerimine, silindris oleva küttesegu kokkusurumine.

III takt — kolb liigub ülalt alla — töö, kõrge rõhu all olevate gaaside paisumine.

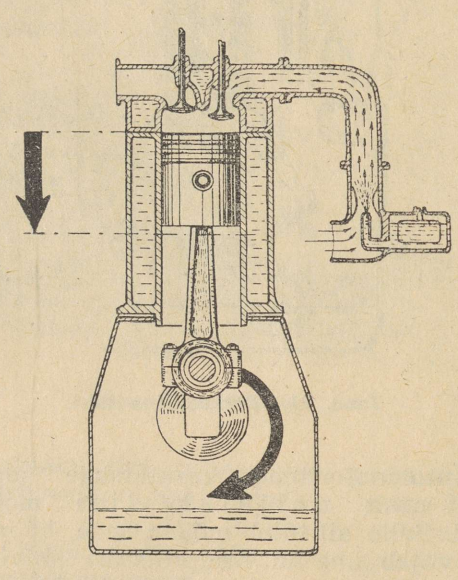
IV takt — kolb liigub alt üles — väljalase, töötanud gaaside väljajuhtimine silindrist.

Ka kahetaktilisi mootoreid kasutatakse automootoritena, kuid mitte sel määral kui neljataktilisi. Kahetaktilise mootori all mõistame mootorit, kus silindris saadakse üks kord tööd kahe takti, s. o. kahe kolvikäigu jooksul. Järelikult toimub kahetaktilises mootoris ringprotsess kolvi kahe käiguga.

Neljataktilise mootori töötamine

Neljataktiliseks mootoriks nimetatakse mootorit, kus silindris saadakse üks kord tööd nelja takti, s. o. nelja kolvikäiguga.

I takt — sisselase ehk imemine: Kolb liigub ülalt alla, sisselaskeklapp on avatud (joon. 22).



Joon. 22. Sisselasketakt.

Kolvi allaliikumisel mootori silindris tekkiva hõrenduse tõttu imetakse välisõhku läbi karburaatori, kus see seguneb kütusega (bensiiniga), moodustades nn. küttesegu. Küttesegu imetakse läbi avatud sisselaskeklapi ava silindrisse (õigemini öeldud: välisõhk valgub silindrisse, kus kolvi allaliikumise tõttu tekkis alarõhk, võttes oma teekonnal, karburaatorit läbides, kütuse pihustatud kujul kaasa.) Kolvi saabumisel alumisse surnudpunkti on silinder täitunud küttesegaga. Nüüd sulgub sisselaskeklapp. Väntvõlli põlv on selle ajaga pöörelnud oma äärmisest ülemisest seisust (ülemisest surnudpunktist) alumisse äärmisse seisu (alumisse surnudpunkti), s. o. on teinud pool ringi ehk 180°.

Imemisel valitseb silindris rõhk 0,8 kuni 0,9 ata. (Tähis „ata" märgib, et rõhk mõõdetakse absoluutsest tühjusest.) Silindrisse valgumisel küttesegu, puutudes kokku imemistoru ja silindri kuumade seintega ja segunedes silindrisse jäänud töötanud gaasidega, s. o. jääkgaasiga, soojeneb 100 kuni 120° C.

Oluliseks imemistakti näitarvuks on nn. silindri täiteaste. Silindri täiteastmeks nimetatakse silindrisse imetud õhu või küttesegu kaalulise koguse suhet silindri kolvikäigu ruumalasse välisõhu tingimustes (baromeetriline rõhk 760 mm ja temperatuur +15° C) mahtuva õhu või küttesegu kaalulise kogusega. Esimesel juhul nimetatakse täiteastet täiteastmeks õhu järgi ja teisel juhul täiteastmeks küttesegu järgi. Arvuliselt erinevad need teineteisest vaid vähesel määral.

Mootorilt suurema võimsuse saamiseks on oluline, et silindrite täiteaste oleks võimalikult suur. Automootoritel kõigub see 0,65—0,85 piires.

II takt — kokkusurve ehk komprimeerimine: Kolb liigub alt üles. Mõlemad klapid on suletud (joon. 23).

Liikudes alt üles surub kolb esimese takti ajal silindrisse imetud küttesegu kokku, sest mõlemad klapid on suletud ja küttesegu kuskilt välja ei pääse.

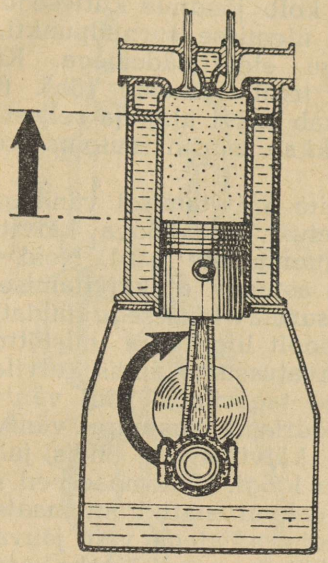
Saabudes ülemisse surnudpunkti on kolb kokku surunud silindris oleva küttesegu, mis seega on valmis põlemiseks.

Väntvõlli põlv pöördus selle aja vältel oma alumisest surnudpunktist ülemisse surnudpunkti, s. o. pool ringi ehk 180°. Kahe takti ajal kokku on väntvõll seega pöörelnud ühe terve ringi ehk 360°.

Kokkusurve- ehk komprimeerimistakti vältel küttesegu surutakse kokku 4- kuni 8-at-se rõhuni, kusjuures küttesegu kuumeneb 300 kuni 350° C. See temperatuur sõltub kokkusurve määrast ja silindriseinte temperatuurist. Autode bensiinimootorite kokkusurvemäär ehk surveaste $\varepsilon = 4{,}5—7{,}5$ piirides. Näiteks Gaz M-1 — 4,6; Zis-5 — 4,7; Gaz-11 — 5,6; Kim-10 — 5,75; Gaz 11-A — 6,5.

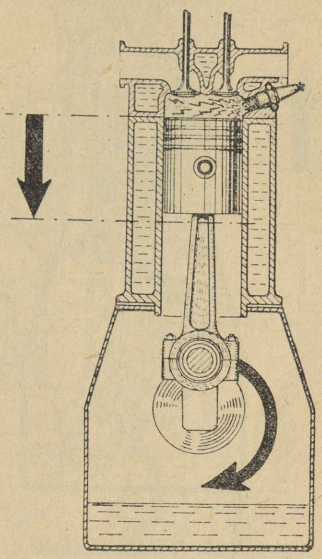
Surve- ehk kompressiooniastmeks nimetatakse kogu silindrimahu V_a suhet

survekambri mahuga V_c, s. o. $\varepsilon = V_a:V_c$ näitab mitu korda kokkusurvel vähenes silindri survekambrisse kokkusurutud küttesegu maht survetakti lõpuks, võrreldes silindri kogumahuga.



Joon. 23. Survetakt.

põlemisel vabaneva soojuse tõttu tõuseb mootori silindris gaaside temperatuur ja ühes sellega gaaside rõhk. Gaaside rõhu mõjul surutakse kolb tugeva jõuga ülemisest surnudpunktist alumisse surnud-



Joon. 24. Töötakt.

punkti. See kolvile mõjuv jõud kandub kolvilt kepsule ja sealt väntvõlli ja jõuülekandeseadme kaudu auto ratastele nende liikumapanemiseks. Töötaktil väntvõlli põlv liigub ülemisest seisust alumisse, tehes 180°. Seega väntvõlli põlv on liikunud kolme takti vältel 540° ehk 1½ ringi.

Töötakti algul küttesegu põlemise lõppemisel tõuseb temperatuur silindris 1800 kuni 2000° C ja rõhk kolvile 20 kuni 25 ata.

Töötakti lõpul aga langeb gaaside rõhk silindris kolvi allaliikumise tõttu ja kolvi jõudmisel alumise surnudpunkti lähedale on see 3 kuni 4 ata. Temperatuur langeb 1000 kuni 800° C.

IV takt — väljalase. Kolb liigub alt üles. Väljalaskeklapp on avatud (joon. 25).

Töötakti lõpul, kui kolb on jõudmas alumisse surnudpunkti, avatakse väljalaskeklapp. Töötanud gaasid, mis on silindris kõrgema rõhu all kui välisõhk, paiskuvad silindrist välja välisõhku, sealjuures gaaside rõhk silindris langeb 1,5 kuni 1,05 ata-ni.

Kolvi liikumisel alumisest surnudpunktist ülemisse surnudpunkti surub kolb

Mida kõrgem on mootori surveaste, seda kõrgem on lõpprõhk survetaktil, seda suurem on ka rõhk põlemisel, seda suuremat võimsust saame mootorilt ja seda ökonoomsem on mootor.

Kuid kokkusurvemäärale paneb piiri küttesegu isesüttimine. Kokkusurvemäära saab tõsta vaid sedavõrd, et ei tekiks küttesegu isesüttimist, mis enne kolvi jõudmist ülemisse surnudpunkti toimudes tekitab kolvile lubamatult suure vasturõhu. Seda nähtust nimetatakse küttesegu detonatsiooniks.

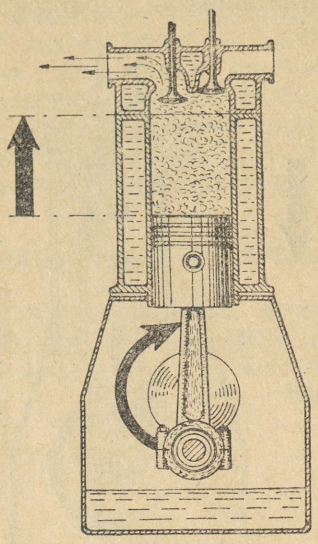
Detonatsioon on tingitud kütuse omadustest ja see avaldub kuulduva terava metallilise kloppimisena mootoris.

Küttesegu detoneeriva põlemise puhul (plahvatusliku kiirusega järsk põlemine) esineb mootori liigne kuumenemine ja võimsuse langus. Detonatsioon mõjub halvavalt mootori vastupidavusele ja võib tekitada mootoris mehaanilisi rikkeid.

III takt — töötakt. Kolb liigub ülalt alla. Mõlemad klapid on suletud (joon. 24).

Survetakti lõpul, kui kolb jõuab ülemisse surnudpunkti ning küttesegu on kokku surutud, süüdatakse see elektrisädemega. Segu süttib ja põleb kiiresti ning

töötanud gaasid vastavalt oma liikumise mahule silindrist välja, millega silinder on jällegi ette valmistatud uue küttesegu annuse vastuvõtmiseks.



Joon. 25. Väljalasketakt.

Väntvõlli põlv liigub sel ajal oma alumisest seisust ülemisse, tehes 180°. Kokku on väntvõll teinud seega nelja takti vältel 720° ehk 2 täisringi.

Väljalasketaktil mootorist väljuvate töötanud gaaside temperatuur on 800 kuni 600°C. Mootorist väljuvaid töötanud gaase nimetatakse h e i t e g a a s i d e k s.

Kui arvestame seda, et tavalise neljataktilise automootori väntvõll teeb 2000 kuni 4000 pööret minutis, võidusõiduautodel kuni 6000 pööret minutis, siis võime ette kujutada, kui väikese ajavahemiku vältel peab toimuma üks ringprotsess kütuses peituva keemilise energia muutmiseks mehaaniliseks tööks.

Asja selgitamiseks olgu toodud alljärgnev n ä i d e: Mootori väntvõll teeb 3000 pööret minutis. Kui pikal ajavahemikul toimub üks takt, s. o. üks kolvikäik?

Kuna mootori kolb teeb ühe väntvõlli pöörde ajal 2 takti, siis see teeb 2 × 3000 = 6000 takti minutis. Et minutis on 60 sekundit, teeb kolb 6000:60 = 100 takti/sekundis ehk iga takt vältab 1/100 sekundit.

Kui kolvikäik on näiteks 100 mm, siis on kolvi keskmine kiirus 10 meetrit sekundis.

Kuidas mootor hakkab töötama?

Seisva mootori käivitamiseks on automootorid varustatud käivitusvändaga, millega saab pöörata väntvõlli. Käivitusvänt on väntvõlli küljest äravõetav. Mootori käivitamiseks peab jõuvankrijuht pöörama väntvõlli käivitusvändaga. Väntvõlli põlv tõmbab kepsu kaudu kolvi alla, millega küttesegu imetakse silindrisse (sisselaske- ehk imemistakt). Edasisel pööramisel väntvõlli põlv surub kolvi üles, millega küttesegu surutakse kokku (survetakt). On kolb jõudnud küttesegu kokkusurumisel ülemisse surnudpunkti, süüdatakse segu elektrisädemega. Küttesegu põlemisel tekib gaaside rõhk (töötakt), mis paiskab kolvi alla, ja sellest hetkest alates hakkab mootor automaatselt edasi töötama.

Mootorite käivitamisel vändaga juhtus tihti õnnetusi tagasilööva käivitusvända läbi käeluumurrete näol. Neid õnnetusi põhjustas asjaolu, et käivitamisel silindris kokkusurutav küttesegu süüdati elektrisädeme poolt liiga vara, mistõttu küttesegu plahvatussurve andis kolvile tagasilöögi. See tagasilöök pani väntvõlli tagurpidi pöörlema, kusjuures väntvõlli küljes olev käivitusvänt andis juhi käele purustava löögi. Vanemaaegsed mootorid polnud veel varustatud automaatsete süütemomendi seadjatega, vaid jõuvankrijuht pidi ise süütemomendi õigeks seadma. Kui aga juht käivitamisel unustas süüte liiga varaseks, oli käivitusvändaga käivitamisel õnnetus vältimatu. Nüüdisajal, kus automootorid on varustatud süütemomendi automaatse õigeksseadjaga, pole seda õnnetust vaja karta.

Nüüdisaja automootori käivitamine ei toimugi enam käsitsi, vända abil, vaid juhi vaeva vähendamiseks on automootorid varustatud väikese elektrimootoriga (starteriga, käivitiga). Juhil tarvitseb vaid jalaga või käega vajutada elektrilülitile ja elektrimootor pöörab väntvõlli kuni esimese töötaktini, millega mootor käivitub.

Kahetaktilise mootori töötamine

Kahetaktilise mootori ehitus võimaldab silindris ringprotsessil sooritada kahe takti ehk kahe kolvikäiguga. Sellest ka nimetus: kahetaktiline mootor.

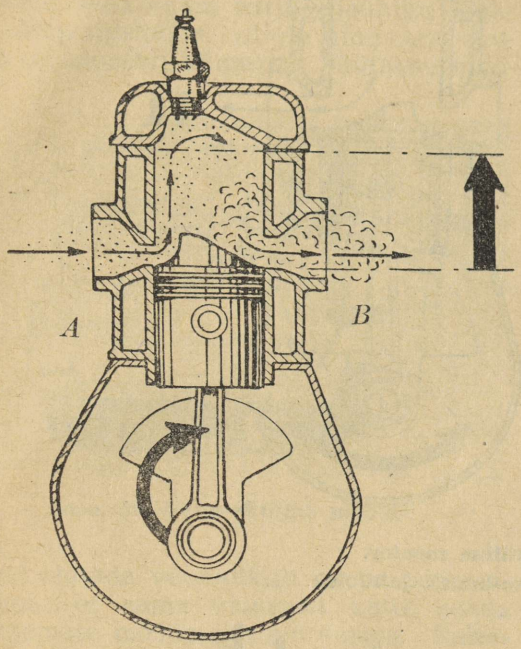
I t a k t: K o l b l i i g u b a l t ü l e s.

Kolvi alumises surnudpunkti seisus on avatud sisselaskekanal ja väljalaskekanal (joon. 26).

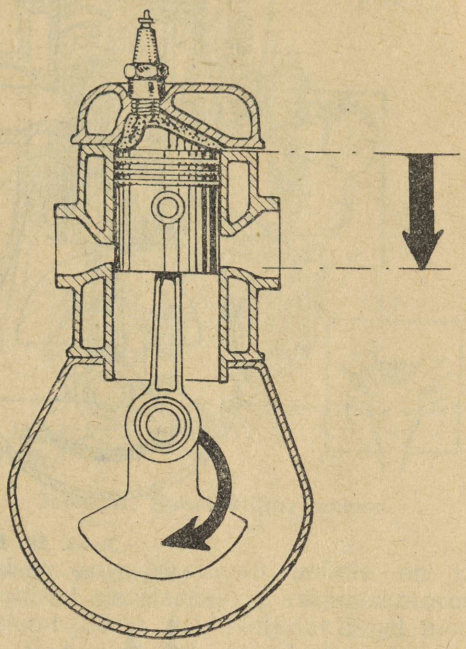
Küttesegu s u r u t a k s e läbi sisselaskekanali mootori silindrisse. Kolb, mis on ehitatud erilise nokakujulise deflektoriga (suunajaga), suunab küttesegu üles. Selliselt ülessuunatult ei pääse küttesegu otse-

selt vastasseisvast väljalaskekanalist välja, vaid silindri ühte poolt pidi üles tungides tõrjub enda eest eelmisel töötaktil tekkinud töötanud gaase silindrist välja.

Kolvi ülesliikumisel sulgub esmalt sisselaskekanal ja algab uue küttesegu surumine silindrisse. Kolvi jõudmisel alumisse surnudpunkti on mõlemad kanalid avatud: väljalaskekanal töötanud gaaside väljalaskmiseks ning sisselaskekanal uue küttesegu sisselaskmiseks.



Joon. 26.



Joon. 27.

Kahetaktilise mootori töötamine.

laskekanal *A* ja veidi hiljem väljalaskekanal *B*. Sellest hetkest peale algab silindrisse juhitud küttesegu kokkusurumine, mis kestab kuni kolvi jõudmiseni ülemisse surnudpunkti.

Nagu nägime, toimub kahetaktilisel mootoril esimese takti vältel (kolvi liikumisel alt üles):

1) küttesegu sisselaske lõpposa,
2) töötanud gaaside väljalaske lõpposa ja
3) küttesegu kokkusurumine.

II takt: Kolb liigub ülalt alla.

Kolvi jõudmisel ülemisse surnudpunkti süüdatakse kokkusurutud küttesegu elektrisädeme abil. Põlemisel paisuvad gaasid suruvad kolvi alla, andes tööd (joon. 27). Niipea kui kolvi allaliikumisel ta vasakpoolne serv möödub väljalaskekanali ülemisest servast, hakkavad töötanud gaasid, mis on kõrgema rõhuga kui välisõhk, silindrist välja voolama. Kolvi edasisel allaliikumisel avaneb hetk hiljem ka sisselaskekanal.

Nagu nägime, teostub teise takti vältel (kolvi liikumisel ülalt alla):

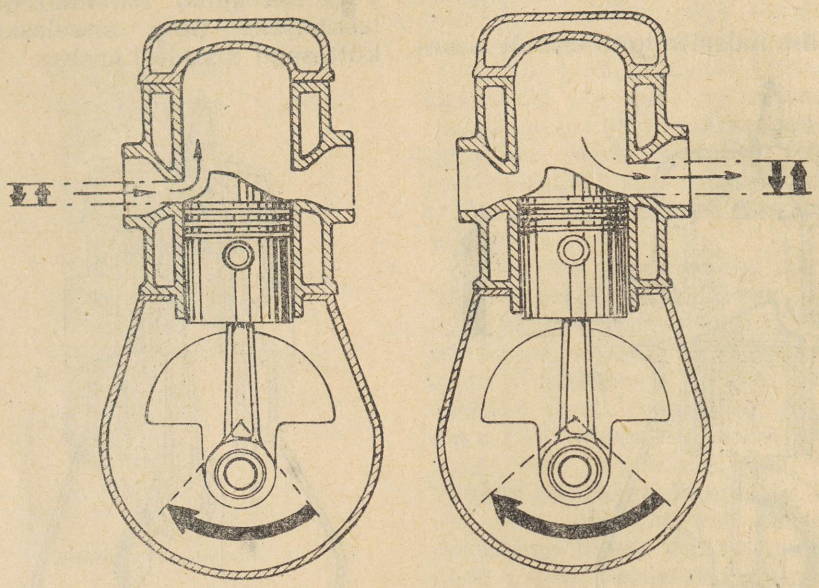
1) segu põlemine ja töö,
2) töötanud gaaside väljalase osaliselt ja
3) uue küttesegu sisselase, ka osaliselt.

Kuna väntvõll teeb kahe takti ehk kahe kolvikäigu vältel ühe pöörde (360°), siis kahetaktilise mootori silindris saadakse tööd üks kord iga väntvõlli pöördega.

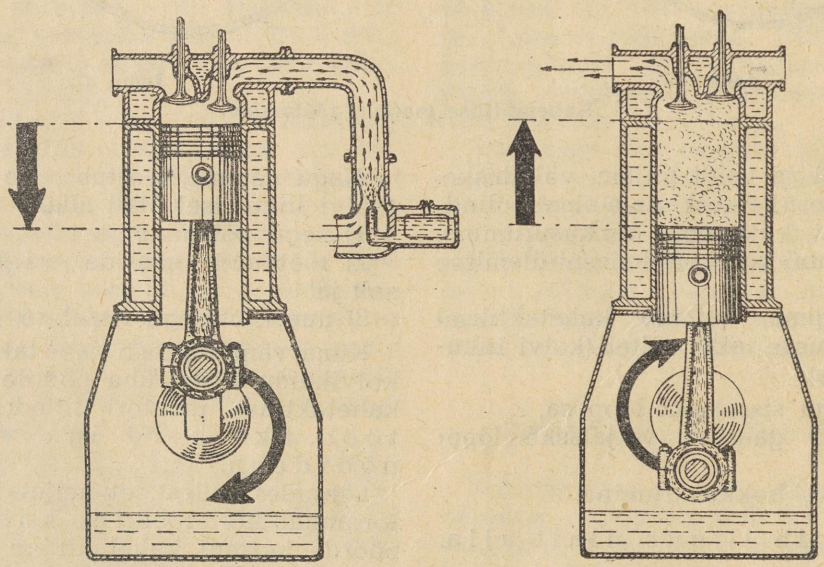
Lähtudes sellest, et neljataktiline mootor annab kord tööd iga kahe väntvõlli pöörde jooksul, kahetaktiline mootor aga iga väntvõlli pöörde jooksul, siis peaks samamõõteliste silindritega kahetaktilise mootori võimsus, võrreldes neljataktilise mootori võimsusega, olema kaks korda suurem.

Tegelikult aga ei anna samade mõõdetega kahetaktiline bensiinimootor kaks korda suuremat võimsust, vaid mootoris tekkivate kadude tõttu ainult 30 kuni 50% enam.

Tekib küsimus: miks ei kasutata autodel peamiselt kahetaktilist mootorit, sest see annab ikkagi märksa suuremat võimkanal avatud uue küttesegu sisselaskeks ainult kolvikäigu väikese osa vältel (joon. 28), kuna neljataktilisel mootoril on



Joon. 28. Kahetaktiline mootor.
Sisselaske- ja väljalaske-kanali lahtiolek.



Joon. 29. Neljataktiline mootor.
Sisselaske- ja väljalaske-klapi lahtiolek.

sust, vaid peamiselt neljataktilist mootorit?

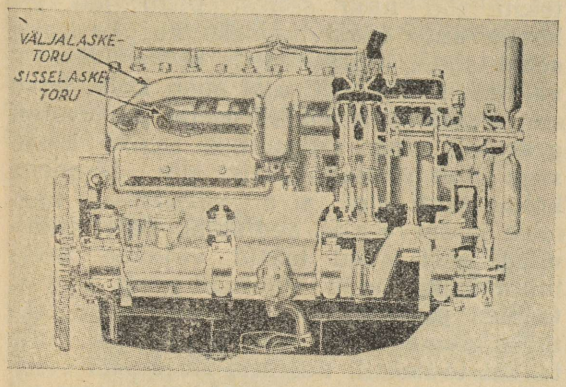
Vastuse sellele küsimusele leiame, kui jälgime ja võrdleme kahe- ja neljataktilise mootori töötamist.

Kahetaktilisel mootoril on sisselaskeselleks kasutada terve kolvikäik (joon. 29), õigemini, nagu edaspidi näeme, veel enamgi.

Samuti toimub töötanud gaaside väljalase kahetaktilisel mootoril ainult kolvikäigu väikese osa vältel (joon. 28), kuna

neljataktilisel mootoril on selleks kasutada enam kui üks terve kolvikäik (joon. 29).

Kuna mootori võimsus on võrdeline (proportsionaalne) pööretearvuga [1] (tähendab, mida suurem on mootori pööretearv minutis, seda enam tekib ajaühiku jooksul plahvatuslööke kolvile ning seda suurem on mootori võimsus), püütakse moo-



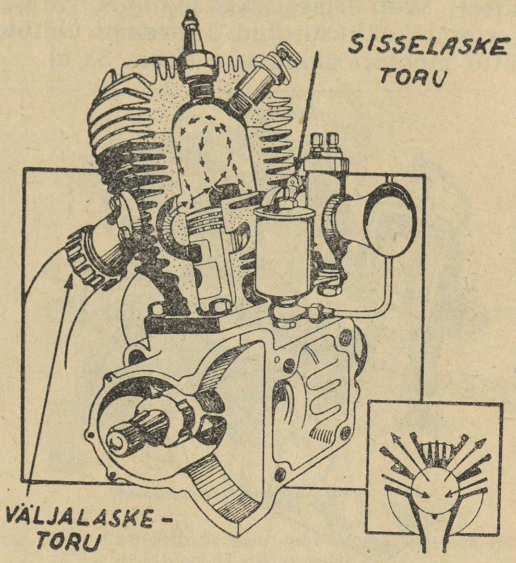
Joon. 30. Neljataktiline mootor.

toreid ehitada võimalikult suure pööreteарvuga, et sama võimsust kätte saada väiksemate mõõdetega mootoriga. Kahetaktilisel mootoril oleksid suure pööreteарvu puhul sisselaske- ja väljalaskekanal niivõrd lühikest aega avatud, et uue küttesegu sisselase ja töötanud gaaside väljalase ei saaks toimuda korralikult. Töötanud gaasid ei saaks väljalaskekanali kaudu lühikese aja vältel, millal see on avatud, välja voolata. Samuti ei saaks mootor küllaldaselt küttesegu. Kui mootor ei saa uueks töötaktiks täielikku silindritäit küttesegu, ei suuda ta anda täit võimsust. Kuid viimasel ajal on leitud ka nende puuduste kõrvaldamiseks meetodid ning kahetaktilise mootori kasutamine autodel levib.

Nelja- ja kahetaktilise mootori erinevusi

Peale ringprotsessi teostamise erinevuse erinevad kahe- ja neljataktiline mootor ka ehituselt.

Nagu eespool on mainitud, evib neljataktiline mootor sisse- ja väljalaskeklappe, kuna kahetaktilisel mootoril toimub gaasijaotus (küttesegu sisselase ja töötanud gaaside väljalase) kanalite kaudu. Neljataktilise mootori klapid asetsevad silindriploki ülemises osas, kahetaktilise mootori kanalid aga silindri



Joon. 31. Kahetaktiline mootor.

alumises osas. Vastavalt sellele on ka paigutatud sisselaske- ja väljalasketorustik (joon. 30 ja 31). Neljataktilisel mootoril asetsevad nii sisselaske- kui ka väljalasketorustik ühel tasemel, kuna kahetaktilisel asetseb väljalasketoru veidi kõrgemal kui sisselasketoru, vastavalt nende kanalitele.

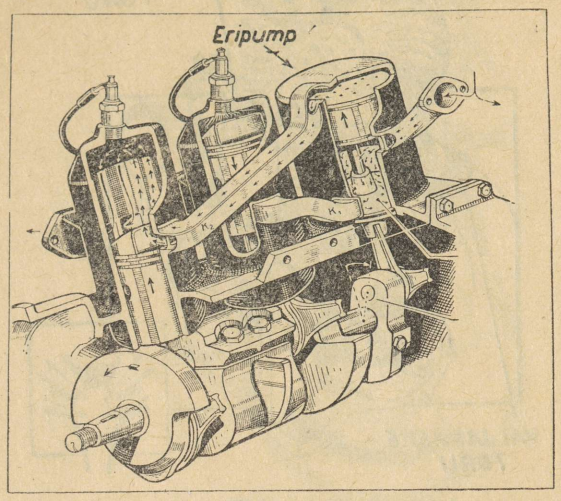
Neljataktiline mootor i m e b uut küttesegu silindrisse kolvi allaliikumisel, sisselasketakti ajal.

Kahetaktilisel mootoril küttesegu s u r u t a k s e silindrisse. Selleks on kas eripump (joon. 32) või kasutatakse eripumba asemel mootori karterit, mis on selleks ehitatud rõhutihedana. Kui selleks kasutatakse karterit, siis toimub küttesegu surumine silindrisse järgmiselt (joon. 33). Kolvi ülesliikumisel tekib karteris, karteri mahu suurenemise tõttu, hõrendus (vaakum). Kui kolvi ülesliikumisel kolvi alumine serv avab karteri sisselaskekanali *C*, voolab välisõhku karterisse, sest seal on hõrendus (joon. 33 *a*, *b*). Enne karterisse sattumist läbib välisõhk karburaatori, segunedes seal bensiiniga, ning läheb juba küttesegunа karterisse.

Kui kolb liigub alla, suleb ta esmalt karteri sisselaskekanali *C*. Niipea kui viimane on kinni, hakkab kolb edasisel

[1] Mootori pööretearvu all tuleb mõista mootori väntvõlli pööretearvu minutis.

allaliikumisel karterisse imetud küttesegu kokku suruma (karter on rõhutihe). Kui kolvi ülemine serv kolvi allaliikumisel avab sisselaskekanali *A*, valgub karteris kokkusurutud küttesegu ülerõhu tõttu mootori silindrisse (joon. 33 c).



Joon. 32. Kahetaktiline mootor, varustatud pumbaga küttesegu surumiseks silindrisse.

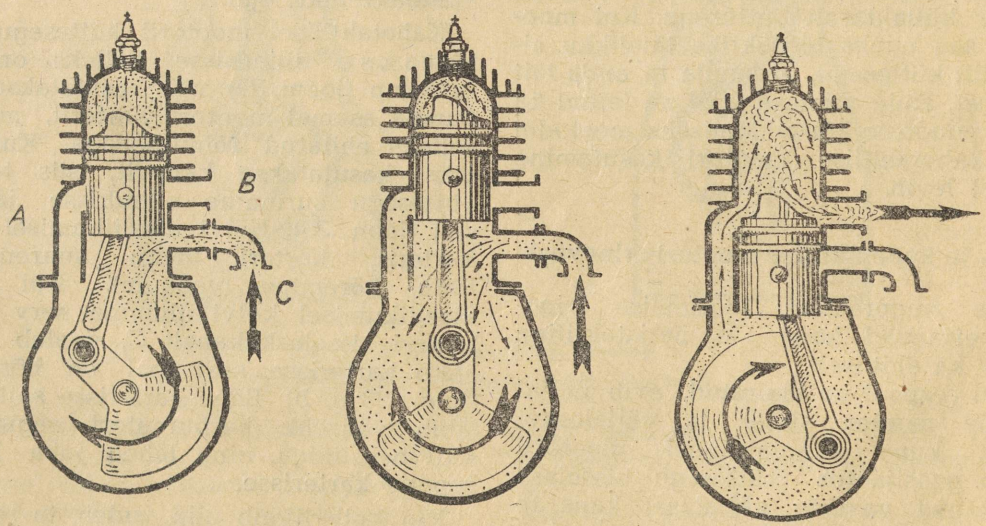
Kahetaktilise mootori paremuseks on:
1) ühtlasem käik selle tõttu, et töötaktid esinevad igal väntvõlli pöördel;
2) lihtne ehitus klappide töölerakendamise mehhanismi puudumise tõttu;
3) 30—50% rohkem võimsust mootorite silindrite ühesuuruse mahu ja pöörete arvu puhul.

Kahetaktilise mootori puuduseks on suurem kütuse ning õli kulu.

Ühesilindrilise mootori puudusi

Eespool neljataktilise mootori töötamisega tutvumisel selgus, et mootori üks silinder andis nelja kolvikäiguga ehk taktiga üks kord tööd. Ühel kolvikäigul tekib töö ning sellest peab jätkuma hoogu auto edasiviimiseks kui ka kolvi edasi-tagasi liigutamiseks kolmel järgneval taktil. Töötakti ajal saab kolb järsu surve plahvatusliku kiirusega paisuvatelt gaasidelt ning paisatakse suure kiirusega ülalt surnudpunktist alla. Järgneva kolme takti ajal, s. o. väljalaske, imemise ja surve ajal, aeglustub kolvi liikumine, sest need taktid vajavad kolvi liikumiseks jõudu. Väntvõll peab, sest et ta uusi plahvatuslööke ei saa, need taktid ületama oma pöörlemishooga, mille ta sai töötaktil. Seetõttu kujuneks väntvõlli pöörlemine ebaühtlaseks, töötakti ajal väntvõll pöörleks kiiremini ja ülejäänud taktide ajal aeglasemalt. Eriti aeglaseks muutuks väntvõlli pöörlemine survetakti ajal, sest küttesegu kokkusurumine algmahust mitmekordselt väiksemaks mahuks vajab palju jõudu.

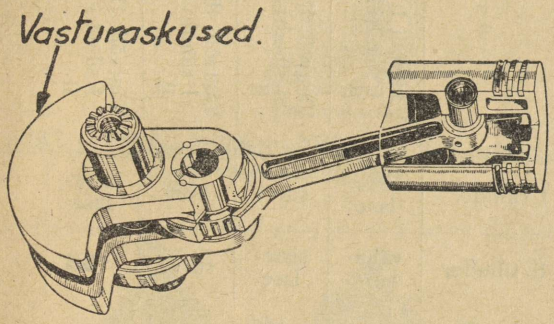
Samuti on tarvis jõudu kolvi viimiseks üle surnudpunktide. Kolb, saabudes suure hooga surnudpunkti, tahab inertsjõu tõttu samas suunas edasi liikuda, kuid väntvõll sunnib kolbi tagasi pöörduma. Selleks liikumissuuna muutmiseks peab



a *b* *c*

Joon. 33. Kahetaktilise mootori töötamine.

väntvõll üle saama kolvi inertsjõust. Mootori pöörete ühtlustamiseks asetatakse väntvõllile hooratas. Töötakti ajal hooratas akumuleerub, s. o. kogub endasse tagavaraks hoogu kiirendatud väntvõlli pöörlemisest (millega ta ühtlasi vähendab väntvõlli pöörlemise kiirust töötaktil) ja kulutab selle hoo kolmel järgneval taktil, väntvõlli muidu väheneva pöörlemiskiiruse säilitamiseks ja kolvi üleaitamiseks surnudpunktidest. Kuid hoolimata hoorattast töötab ühesilindriline mootor siiski ebaühtlaselt, mis väljendub mootori rappumises ja hüplemises.



Joon. 34. Vasturaskused väntvõllil.

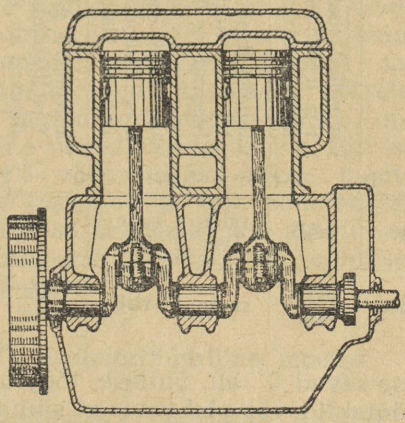
Mida suurem on mootori võimsus, seda suuremad on mootori rappumised ja hüplemised. Viga saab teatava määrani kõrvaldada ühesilindrilisele mootorile suure ja raske hooratta ehitamisega. Seda abinõu kasutataksegi näit. põllumajanduslike ja kinnismootorite, s. o. statsionaarsete mootorite ehituses, kui mootori raskus pole nii oluline; kuid autodel, kus nõutakse äärmist kergust, ei saa kasutada raske hoorattaga mootorit, vaid töötamise ühtlustamiseks ehitatakse mootorid mitmesilindrilistena, mis on küll kallim, kuid otstarbekam.

Mõnedel mootoritel kasutatakse edasitagasi liikuvate (kolb, keps, väntvõlli põlv jne.) osade inertsjõudude tasakaalustamiseks vasturaskusi, mis on kinnistatud väntvõlli külge, väntvõlli põlvele diametraalselt (joon. 34). Mõnedel juhtudel on vasturaskuste asemel hoorattapõid ühel kohal paksem.

Kahesilindriline mootor

Kahesilindrilisi mootoreid saaks ehitada neljas konstruktiivses erinevuses:

1) Silindrid asetsevad kõrvuti püsti, kolvid liiguvad ühesuunaliselt, s. o. mõlemad liiguvad korraga kas üles või alla. Väntvõlli põlved asetsevad 0° all (joon. 35).



Joon. 35. Kahesilindriline mootor ühesuunaliste väntvõlli põlvedega.

2) Silindrid asetsevad teineteise suhtes kõrvuti, samuti kui esimesel juhul, kuid kolvid liiguvad vastassuunaliselt, s. o. kui üks liigub alla, siis teine liigub üles. Väntvõlli põlved asetsevad 180° all teineteise suhtes (joon. 36).

3) Silindrid asetsevad vastastikku lamavalt. Kolvid liiguvad üheaegselt kas väntvõlli telgjoonest eemale või telgjoone poole (joon. 37).

4) Silindrid asetsevad V-kujuliselt enamasti 45°- või 90°-se nurga all teineteisele.

Mõlema silindri kolbidelt antakse töö edasi ühisele väntvõlli põlvele (joon. 38).

Võtame need kahesilindrilised mootoritüübid, eeldades, et nad on neljataktilised, lähema vaatluse alla. Esimesel mootoritüübil (joon. 35) liiguvad kolvid üheaegselt alla. Kolbide allaliikumisel võib silindrites toimuda kas töö või sisselase. Kuna ei ole mõtet ehitada kahesilindrilist mootorit, kus mõlemas silindris toimuks üheaegselt sama takt (sest see oleks niisama hea kui ühesilindriline mootor), siis oletame, et esimeses silindris toimub töö ja teises sisselase. Kandes mõlemas silindris kahe väntvõllipöörde vältel toimuvad taktid järjestikku tabelisse saame järgmise pildi (vaata tabel lk. 30).

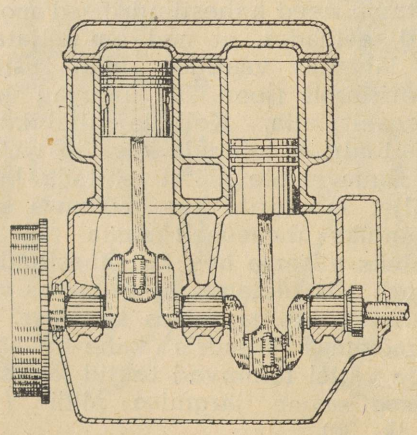
Nagu tabelist selgub, annab kahesilindriline mootor, mille väntvõlli põl-

Kahesilindrilise 0° all asetsevate väntvõlli põlvedega mootori tööjaotuse tabel

	Väntvõlli I poolpööret: I ja II silindri kolvid liiguvad ülalt alla	Väntvõlli II poolpööret: I ja II silindri kolvid liiguvad alt üles	Väntvõlli III poolpööret: I ja II silindri kolvid liiguvad ülalt alla	Väntvõlli IV poolpööret: I ja II silindri kolvid liiguvad alt üles
	0°	180°	360°	540° 720°
I silinder	**töö**	väljalase	sisselase	surve
II silinder	sisselase	surve	**töö**	väljalase

ved asetsevad 0° all, ühtlase tööjaotuse, sest töötaktid või plahvatused silindrites tekivad ühesuguste vaheaegade järel. Sellist ühtlast tööjaotust meie vajaksimegi mootori ühtlasemaks töötamiseks. Kuid teisest küljest tingib selline mootori ehitus, kus väntvõlli põlved on ühesuunalised ning kolvid liiguvad ühesuunaliselt, peaaegu kaks korda nii suurt rappumist kui ühesilindrilisel mootoril. Suurendatud rappumine tekib sellest, et mõlemas silindris ühesuunaliselt liikuvate mootoriosade inertsjõud liituvad. Selline mootor paneb auto teatavatel mootori pööretel tugevasti vibreerima.

See on põhjuseks, miks autodel ei kasutata kahesilindrilist mootorit, mille väntvõll on ühesuunaliste põlvedega, hoolimata sellest, et see annaks ühtlase tööjaotuse.



Joon. 36. Kahesilindriline mootor vastassuunaliste väntvõlli põlvedega.

Kandes teise mootoritüübi (joon. 36) (väntvõlli põlved asetsevad 180° all, kolvid liiguvad vastassuunaliselt) taktide järjekorrad kahe väntvõllipöörde ajal tabelisse saame pildi selle mootori tööjaotusest.

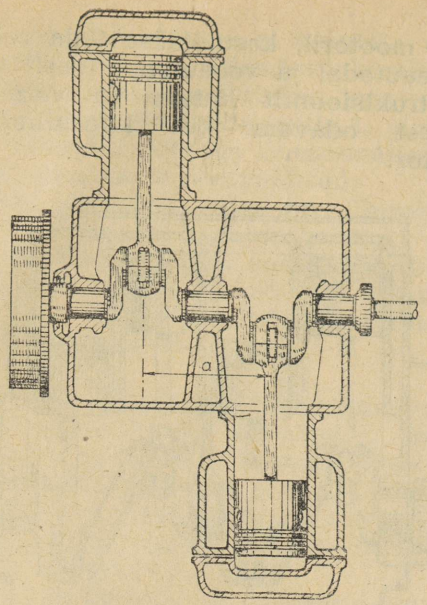
Kahesilindrilise 180° all asetsevate väntvõlli põlvedega mootori tööjaotuse tabel

	Väntvõlli I poolpööret: I silindri kolb liigub alla / II " " üles	Väntvõlli II poolpööret: I silindri kolb liigub üles / II " " alla	Väntvõlli III poolpööret: I silindri kolb liigub alla / II " " üles	Väntvõlli IV poolpööret: I silindri kolb liigub üles / II " " alla
	0°	180°	360°	540° 720°
I silinder	sisselase	surve	**töö**	väljalase
II silinder	väljalase	sisselase	surve	**töö**

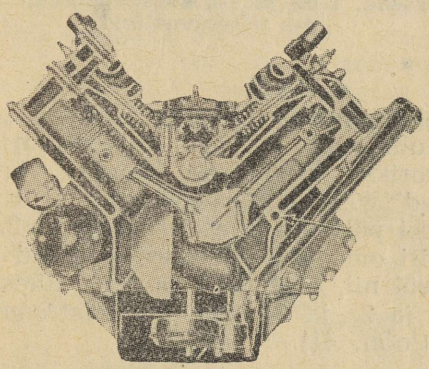
Siin järgneb töö teises silindris vahetult esimesele, s. o. kaks töötakti toimub järjestikku ja sellele järgneb kaks tööta takti. Sellise väntvõlliga kahesilindrilise mootori tööjaotus ei ole nii ühtlane kui eelmisel, kuid selle asemel on mootori rappumine väiksem, sest vastassuunas liikuvate mootoriosade inertsjõud tasakaalustuvad ja jääb teotsema vaid nendest tingitud mootori kallutusmoment, mis mõjub mootori diametraalpinnas. Seepärast kasutatakse 180° all asetsevate väntvõlli põlvedega kahesilindrilisi mootoreid rohkem.

Kolmandat tüüpi (joon. 37), s. o. lamavate, vastastikku asetsevate silindritega kahesilindrilist mootorit kasutatakse autodel harva ta konstruktiivse kuju tõttu, hoolimata sellest, et ta evib niisama ühtlast tööjaotust, kui püstiasetsevate silindritega 0° all olevate väntvõlli põlvedega mootor.

Veel enam, selle mootori rappumine on väiksem, sest vastassuunas liikuvate mootoriosade inertsjõud tasakaalustuvad vastamisi. Kuna liikuvad mootoriosad ei asetse mitte otse teineteise vastas, vaid on väntvõlli põlve võrra üksteisest eemal,



Joon. 37. Kahesilindriline mootor vastastikku asetsevate silindritega.



Joon. 38. V-kujulise silindrite asendiga kahesilindriline mootor.

siis tekib ümber mootori püsttelje pöördemoment, mis püüab mootori pöörata ümber püsttelje.

Seda pöördemomenti püütakse hoida väikesena, ehitades silindrite keskjoonte vahe „a" (joon. 37) võimalikult lühike.

Neljandat tüüpi, s. o. V-kujulist kahesilindrilist mootorit leiame paljudel mootorratastel. Mõlemad kepsud mõjuvad väntvõlli ühele ja samale põlvele. Sellise mootori tööjaotuse ühtlus on vahepealne püstsilindritega 0° ja 180° all asetsevate väntvõlli põlvedega mootoritele. Selle paremuseks võib nimetada seda, et kunagi ei saa mõlemad kolvid asetseda korraga kas ülemises või alumises surnudpunktis.

Kolmesilindriline mootor

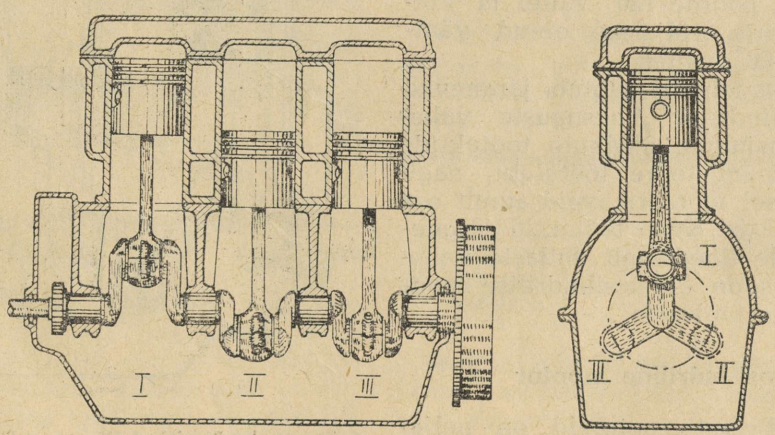
Järgmiseks sammuks mootori ühtlasema töötamise saavutamiseks on kolmesilindrilise mootori ehitamine, mille väntvõlli põlved on 120° nurga all üksteise suhtes, s. o. kolmes eri suunas võrdsetes kaugustes üksteisest (joon. 39), et töötaktid järgneksid ühesuguste vaheaegade järel.

Automootorina kasutatakse harva kolmesilindrilist mootorit.

Kolmesilindrilise mootori tööjaotuse tabel kujuneks järgmiseks:

Esimese silindri kolb asetseb ülemises surnudpunktis ning liigub alla. Kolvi allaliikumisel võib silindris olla kas sisselase või töö.

Oletame, et esimeses silindris toimub töö. Sellele järgnevad seal väljalase, sisselase ja surve.



Joon. 39. Kolmesilindrilise mootori väntvõlli põlvede asend.

Teise silindri kolb asetseb (sel momendil, kui I silindri kolb on ülemises surnudpunktis) kohal, mis vastab väntvõlli põlve seisule, 120° allpool ülemist surnudpunkti ning liigub allapoole. Seega võib teises silindris olla kas töö või sisselase. Kuna me oletasime, et esimeses silindris on töö, siis peab teises silindris olema sisselase, sest ei ole mõtet ehitada mootorit ühesuguste taktidega kahes silindris. Sellele järgnevad seal surve, töö ja väljalase.

Kolmanda silindri kolb asetseb (sel momendil, kui I silindri kolb on ülemises surnudpunktis) kohal, mis vastab väntvõlli põlve seisule, 120° allpool ülemist surnudpunkti ning liigub ülespoole. Seega võib kolmandas silindris olla kas väljalase või surve. Oletame, et seal on väljalase, millele järgnevad sisselase, surve ja töö.

Asetades need andmed tabelisse saame järgmise pildi:

Kolmesilindrilise 120° all asetsevate väntvõlli põlvedega mootori tööjaotuse tabel

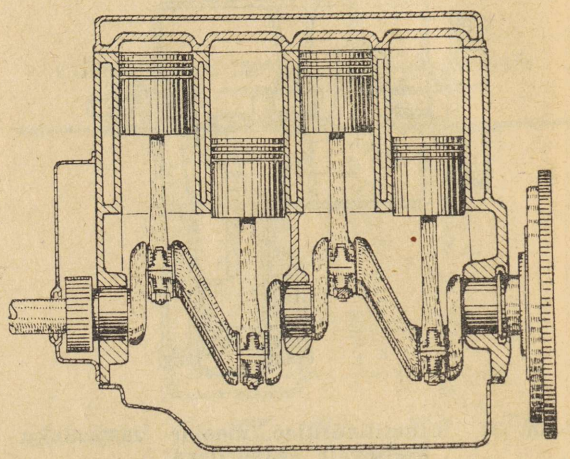
	0°	180°	360°	540°	720°
I silinder	**töö**	väljalase	sisselase	surve	
II silinder	sisselase	surve	**töö**	väljalase	
III silinder	väljalase	sisselase	surve	**töö**	

Kui esimeses silindris kolb asetseb ülemises surnudpunktis ja temas algab töö, siis on teises silindris sisselase juba olnud väntvõlli pöörde 120° vältel ja kolmandas silindris väljalase olnud väntvõlli pöörde 60° vältel.

Nagu sellest tabelist nähtub, järgnevad töötaktid silindrites ühesuguste vaheaegadega, kusjuures üksikute töötaktide vahel pole enam terve töötatakt, nagu kahesilindrilisel mootoril, vaid ainult osa (60°) töötataktist. Kuna töötaktid järgnevad üksteisele tihedamalt ühtlaste vaheaegadega, siis on kolmesilindrilise mootori töötamine ühtlasem.

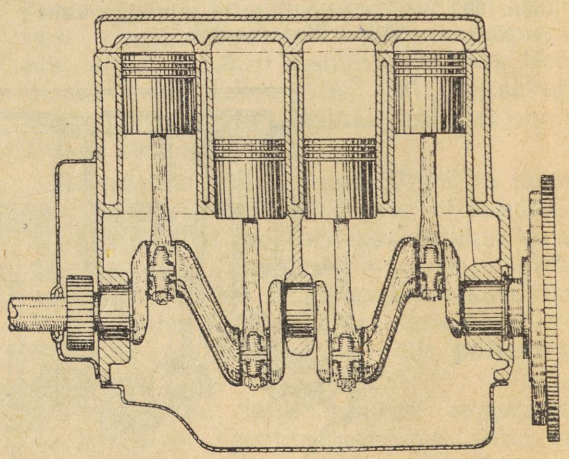
Neljasilindriline mootor

Levinumaid automootoreid on neljasilindriline mootor. Hoolimata sellest, et ta käik pole nii ühtlane kui kuuesilindrilisel mootoril, kasutatakse teda rohkesti väikeautodel ja veoautodel, sest ta on konstruktsioonilt lihtsam ja valmistuse poolest odavam kui kuuesilindriline mootor.



Joon. 40. Neljasilindrilise mootori väntvõlli põlvede asend. 1-ne ja 3-s ühesuunalised, 2-ne ja 4-s teisesuunalised.

Neljasilindrilist mootorit võime pidada kokkuliidetuks kaheks kahesilindriliseks mootoriks, kusjuures nende väntvõlli põlved võivad asetseda nii, et 1. ja 3. silindri põlv on ühesuunalised ja 2. ja 4. silindri oma neile vastassuunalised (joon. 40), või nii, et 1. ja 4. oma on ühesuunalised ja 2. ja 3. oma on vastassuunalised (joon. 41).



Joon. 41. Neljasilindrilise mootori väntvõlli põlvede asend. 1-ne ja 4-s ühesuunalised, 2-ne ja 3-s teisesuunalised.

Esimest ühendusviisi ei kasutata väntvõlli ebasoodsate väändevõnkumisnähtuste tõttu, vaid kasutatakse joonisel 41 toodud kujuga väntvõlle, mille 1. ja 4. silindri väntvõlli põlv on ühesuunalised ja 2. ja 3. oma on teisesuunalised.

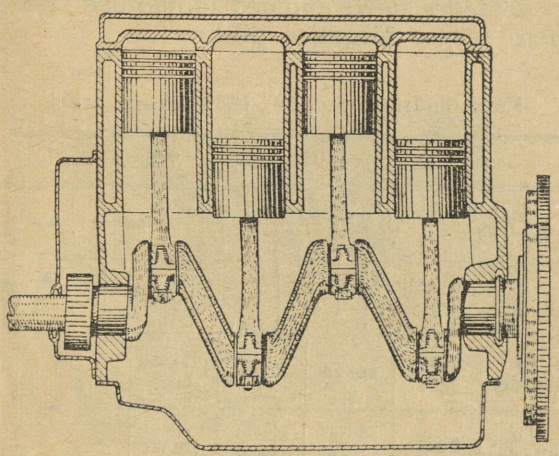
Sellise väntvõlli ehitus on lihtsam ja pealegi ei kaota mootor midagi oma käigu ühtluses, evides sellist väntvõlli.

Keskmine laager asetseb 2. ja 3. silindri vahekohal. Sellist väntvõlli kasutatakse näiteks sõiduautodel Gaz M-1 ja veoautol Gaz-AA.

Väntvõlli ehitamise lihtsustamises on püütud minna veelgi kaugemale, asetades selle ainult kahele laagrile (joon. 42), kuid see ehitusviis ei täitnud väntvõlli läbipaindumise tõttu oma otstarvet ega ole praegu tarvitusel ka kõige odavamatelgi automootoritel.

Nagu jooniselt 41 nähtub, liiguvad enimtarvitataval neljasilindrilisel mootoritüübil kaks äärmist ja kaks keskmist kolbi üheaegselt üles ja alla.

Kui kahes äärmises silindris, s. o. 1-ses ja 4-ndas liiguvad kolvid alla, siis võib neis olla kas töötakt või sisselase. Et mõlemas silindris ei toimuks üks ja sama takt korraga, oletame, et esimeses on töö ja neljandas sisselase.



Joon. 42. Neljasilindrilise mootori väntvõlli asend kahel laagril.

Samal ajal liiguvad kolvid mõlemas keskmises silindris alt üles. Neis võib siis olla kas väljalase või surve. Et jällegi mõlemas silindris samal ajal ei toimuks üks ja sama takt, siis oletame, et 2-ses silindris on surve ja 3-ndas väljalase.

Asetades need andmed ja ühtlasi nendele järgnevate taktide järjekorrad tabelisse saame järgmise pildi:

Neljasilindrilise mootori tööjärjekorra I kokkuehitamisvõimalus

	0°	180°	360°	540°	720°
I silinder	**töö**	väljalase	sisselase	surve	
II silinder	surve	**töö**	väljalase	sisselase	
III silinder	väljalase	sisselase	surve	**töö**	
IV silinder	sisselase	surve	**töö**	väljalase	

Tehes mõlema keskmise silindri kohta eelmisele vastupidise oletuse, s. o. eeldades, et 2-ses silindris kolvi ülesliikumisel on väljalase ja 3-ndas surve, saame järgmise tabeli:

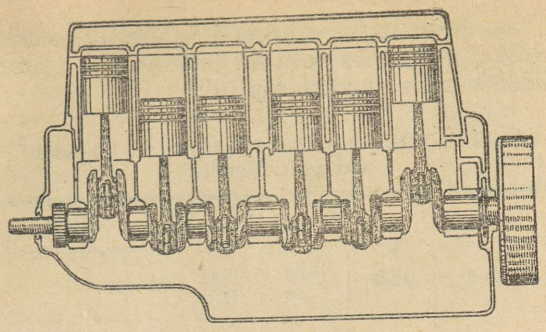
Neljasilindrilise mootori tööjärjekorra II kokkuehitamisvõimalus

	0°	180°	360°	540°	720°
I silinder	**töö**	väljalase	sisselase	surve	
II silinder	väljalase	sisselase	surve	**töö**	
III silinder	surve	**töö**	väljalase	sisselase	
IV silinder	sisselase	surve	**töö**	väljalase	

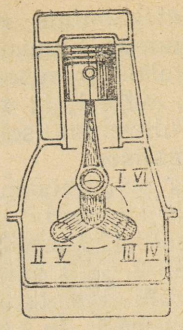
Võrreldes neid tabeleid näeme, et järjekord, milles neljasilindrilise mootori silindrites t ö ö t a k t i d järgnevad üksteisele, on:

	I juhul	II juhul
I poolpööret	1. silindris	1. silindris
II poolpööret	2. „	3. „
III poolpööret	4. „	4. „
IV poolpööret	3. „	2. „

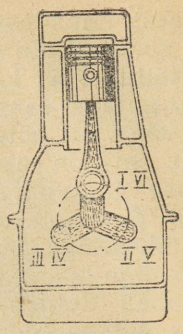
Saadud töötaktide järjekordi nimetatakse neljasilindrilise mootori „t ö ö j ä r j e k o r r a k s". Väntvõlli ehituse korral joonise 41 järgi võib olla ainult kaks erinevat tööjärjekorda:



Joon. 43. Kuuesilindrilise mootori väntvõlli põlvede asend.



Joon. 43-a.



Joon. 43-b.

1., 2., 4., 3. või 1., 3., 4., 2.

Näiteks on Gaz M-1 ja Gaz-AA autode mootorite tööjärjekord 1., 2., 4., 3.

Neid tööjärjekordi peab iga jõuvankrijuht teadma.

Teiseks näitavad meile need tabelid, et neljasilindrilise mootori väntvõlli iga poole pöörde kohta tuleb üks töötakt, s. o. kui ühes silindris töötakt lõpeb, algab töötakt mõnes teises silindris.

Tööta takti (nagu kahesilindrilisel mootoril) või tööta takti osa (nagu kolmesilindrilisel mootoril) neljasilindrilisel mootoril ei ole, vaid töötaktid järgnevad pidevalt üksteisele. Sellega on seletatav neljasilindrilise mootori ühtlasem käik.

Neljasilindrilise mootori väntvõlli põlved on üksteise suhtes 180° all. Väntvõlli põlved asetsevad kõik ühes tasapinnas ning seega on väntvõlli töötlemine lihtsam kui kolme- või kuuesilindrilisel mootoril, kus väntvõlli põlved asetsevad kolmes tasapinnas.

Kuuesilindriline mootor

Suurim osa praegu liikvel olevatest autodest on varustatud kuuesilindrilise mootoriga. See on levinud oma ühtlase käigu tõttu, sest nendes mootorites on tasakaalustatud edasi-tagasi liikuvate mootoriosade (kolbide, kepsude) inertsjõud ja inertsjõududest tingitud mootori kallutusmomendid.

Kuuesilindrilist mootorit võime pidada koostatuks kahest ühendatud kolmesilindrilisest mootorist, mis on pandud ühisele võllile töötama.

Ta väntvõlli põlved asetsevad:

I ja VI ühes suunas, II ja V teises suunas ja III ja IV kolmandas suunas (joon. 43-*a*).

Väntvõlli põlvede ühesuunalised paarid asetsevad teineteise suhtes 120° all. Kui I ja VI silindri kolvid liiguvad ülemisest surnudpunktist alla, võib I silindris olla töö ja VI-ndas sisselase. Samal ajal on II ja V silindri kolvid teekonna võrra, mis vastab väntvõlli põlve pöördumisele 60° võrra, alumisest surnudpunktist kõrgemal ning liiguvad ülespoole. Seega II silindris võib olla väljalase ja V-ndas surve. III ja IV silindri kolvid on 120° võrra ülemisest surnudpunktist möödunud ning liiguvad allapoole; seega III silindris võime oletada toimumas sisselaset ja IV-ndas töötakti.

Asetades need andmed tööjaotuse tabelisse saame järgmise pildi:

Kuuesilindrilise mootori tööjärjekorra tabel

	0°	180°	360°	540°	720°
I silinder	**töö**	väljalase	sisselase	surve	
II silinder	väljalase	sisselase	surve	**töö**	
III silinder	sisselase	surve	**töö**	väljalase	
IV silinder	**töö**	väljalase	sisselase	surve	
V silinder	surve	**töö**	väljalase	sisselase	
VI silinder	sisselase	surve	**töö**	väljalase	

Nagu sellest tabelist nähtub, toimuvad töötaktid silindrites järgmises järjekorras:

1., 5., 3., 6., 2., 4.

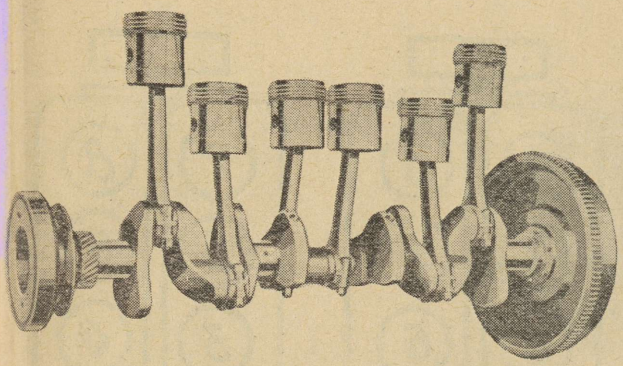
See on sagedasti kasutatavaid tööjärjekordi kuuesilindrilisel mootoril, mida omavad näiteks veoauto Zis-5 mootorid.

Kui mootor evib väntvõlli, mille II ning V ja III ning IV põlve suunad on paariviisi üksteisega ära vahetatud (joon. 43-*b*), s. o. I ja VI põlvele ei järgne mitte II ja V, vaid III ja IV põlv, siis evib mootor järgmist tööjärjekorda:

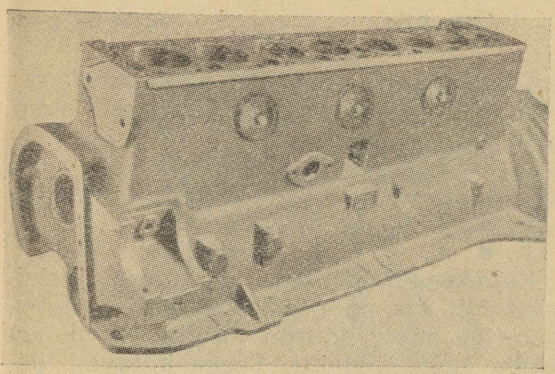
1., 4., 2., 6., 3., 5.

Harvem kasutatakse tööjärjekordi:

1., 3., 5., 6., 4., 2. ja
1., 4., 2., 6., 3., 5. jne.



Joon. 44. 6-silindrilise mootori väntvõll.



Joon. 45. 8-silindrilise reasmootori plokk.

Kuuesilindrilises mootoris tekib väntvõlli kahe pöörde kohta kuus töötakti, s. o. ühe pöörde kohta kolm töötakti, kuna neljasilindrilises mootoris tekib ühe väntvõlli pöörde kohta kaks töötakti. Neljasilindrilisel mootoril järgnevad töötaktid iga terve kolvikäigu järel, kuuesilindrilisel aga iga ⅔ pöörde järel. Seega kuuesilindrilise mootori käik on ühtlasem kui neljasilindrilise mootori käik.

Tööjaotuse tabelist näeme, et töötakt V-ndas silindris algab 60° enne töötakti lõppemist I-ses silindris, III-ndas silindris algab töötakt 60° enne töötakti lõppemist V-ndas silindris jne. Enne kui ühes silindris töötakt on jõudnud lõppeda, algab töötakt järgnevas silindris — töötaktid katavad üksteist. Sellise korralduse paremus väljendub mootori töötamisel ühtlases käigus ka aeglastel pööretel, kiiremas kiiruse võtmises sõidul ja ühtlasemas mootori töötamises raskel veol.

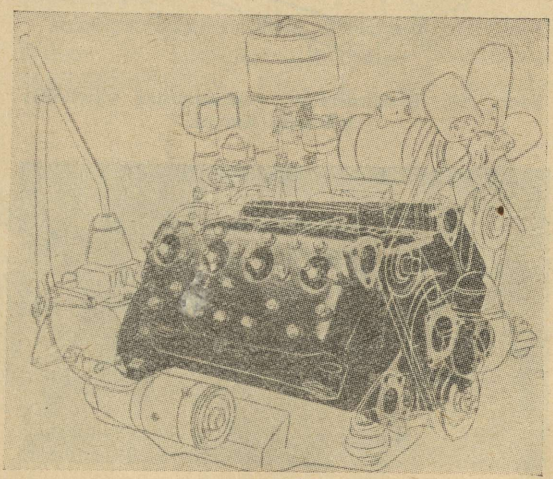
Kaheksasilindrilised mootorid

Kaheksasilindrilisi mootoreid kasutatakse autodel kahte tüüpi:

a) Silindrid asetsevad ühes reas — 8-silindriline reasmootor (joon. 45).

b) Silindrid asetsevad kahes reas — 8-silindriline V-mootor (joon. 46).

Esimesel juhul võime kaheksasilindrilist mootorit pidada koostatuks kahest teineteise otsa reastatud ja ühisele võllile töötama pandud neljasilindrilisest mootorist, kuna teisel juhul koostatuks kahest nurgi kõrvutiasetatud ja ühisele võllile töötama pandud neljasilindrilisest mootorist. Kaheksasilindriline reasmootor on ehituselt pikk, mis muudab sõiduki pikaks.



Joon. 46. V-8 mootor.

Kaheksasilindrilisel kahereamootoril asetseb kaks neljasilindrilist mootoriplokki nurgi 90° all, s. o. V-kujuliselt teineteisele. Selline mootor on ehituselt lühem kui kuuesilindriline ja seetõttu rohkesti levinud.

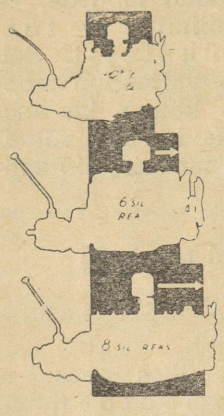
Reasmootori väntvõlli põlved asetsevad 90° all üksteise suhtes. Ühesuunalised põlved on I ja VIII, III ja VI, II ja VII, IV ja V (joon. 48). Enimkasutatav reasmootori tööjärjekord on

1., 6., 2., 5., 8., 3., 7., 4.,

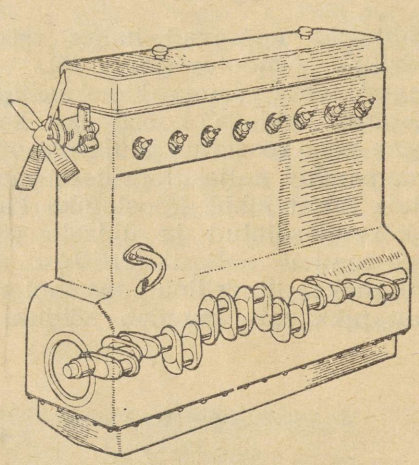
mida leiame näiteks sõiduauto Zis-101 mootoril.

V-8 mootori väntvõll sarnaneb neljasilindrilise mootori väntvõlliga, kusjuures vastastikku asetsevate silindrite kepsud töötavad ühele ja samale väntvõlli põlvele (joon. 49).

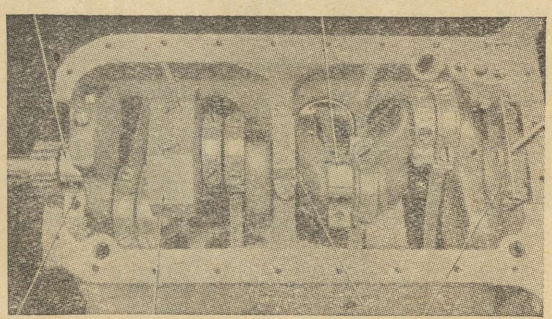
Silindrite järjekorda loetakse kas järjest, enne ühelt poolt ja siis teiselt poolt (joon. 50 *a*), või vaheldumisi, üks silinder ühelt poolt ja teine teiselt poolt (joon. 50 *b*).



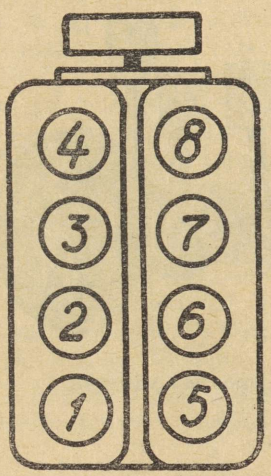
Joon. 47. Mootorite pikkuste võrdlusnäide.



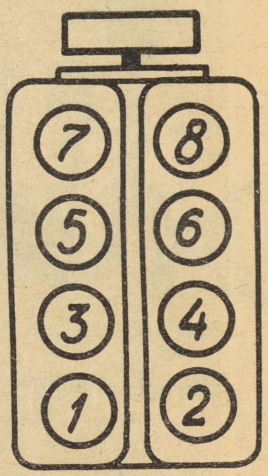
Joon. 48. 8-silindrilise reasmootori väntvõlli põlvede asend.



Joon. 49. V-8 mootori karter alt vaadatuna.



Joon. 50-a.



Joon. 50-b.

Tööjärjekord on sama, mis kahel vaheldumisi võetud neljasilindrilisel mootoril.

1., 8., 2., 7., 4., 5., 3., 6. või
1., 8., 3., 6., 4., 5., 2., 7. (joon. 50-*a*) ehk
1., 8., 3., 6., 7., 2., 5., 4. või
1., 8., 5., 4., 7., 2., 3., 6. (joon. 50-*b*).

Kaheksasilindrilises mootoris tekib väntvõlli iga pöörde kohta neli töötakti, s. o. iga poole pöörde või ühe kolvikäigu kohta kaks töötakti. Seega katavad töötaktid kaheksasilindrilisel mootoril veel enam üksteist kui kuuesilindrilisel mootoril, mistõttu kaheksasilindrilise mootori käik on veelgi ühtlasem.

Mootorid enam kui 8 silindriga

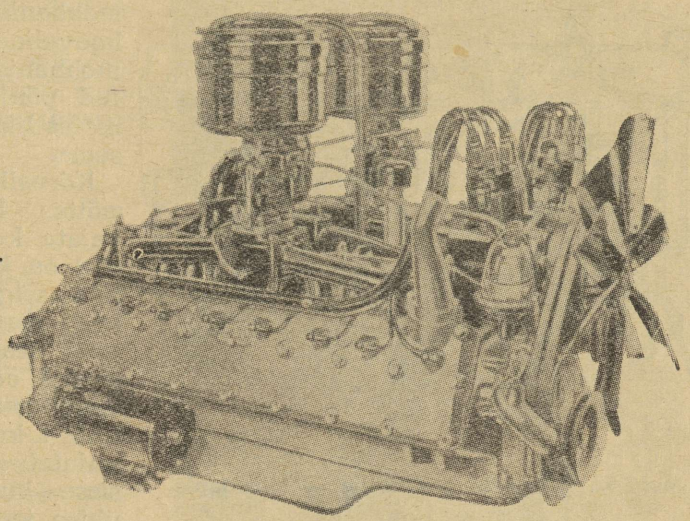
Mootoreid enam kui kaheksa silindriga kasutatakse peamiselt suurejõulistel sõiduautodel, võidusõiduautodel ja muudeks eriotstarveteks ehitatavail sõidukeil.

12-silindrilised mootorid ehitatakse V-kujuliselt 60° all asetsevate kuuest silindrist koosneva kahe plokiga. Väntvõll on sarnane 6-silindrilise mootori väntvõlliga. Vastastikku asetsevate silindrite kepsud töötavad väntvõlli ühisele põlvele.

16-silindrilised mootorid ehitatakse samuti V-kujuliselt 45°, 90° ja 135° all asetsevate silindritega, kaheksa silindrit reas (joon. 51).

Mõistagi, mida enam on silindreid, seda ühtlasem on mootorikäik ja seda sujuvam on sõiduk igasugusel liikumisel, kuid seda keerukamaks muutub mootori ehitus ja korrashoid ja seda kallim on ta hind.

Seepärast harilikuks sõiduks ja veoks kasutatavail sõidukeil piirdutakse 4-, 6- ja 8-silindriliste mootoritega.



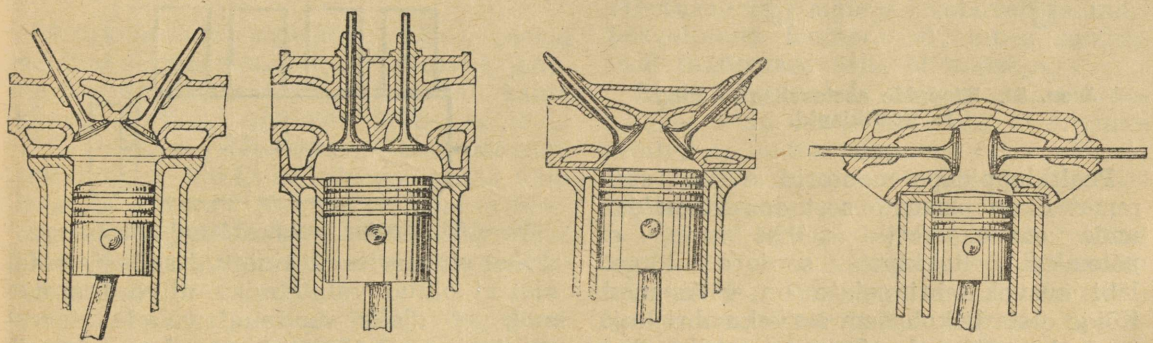
Joon. 51. 16-silindriline mootor.

MOOTORI OSAD

Silinder

Mootori silindris toimub küttesegu põlemine. Seega silinder on see mootori osa, kus kütuses peituv keemiline energia muudetakse mehaaniliseks tööks. Kuna seejuures on tegemist kõrgete rõhkudega (bensiinimootoritel 25 at, diiselmootoritel 65 at), siis peab silinder olema ehituslikult küllalt tugev vastupidamiseks nendele rõhkudele ja täiesti tihe, et ei tekiks plahvatusrõhu kadu mootori töötamisel.

Praegu kasutatakse autodel peamiselt kuue- ja kaheksasilindrilisi mootoreid. Neljasilindriline mootor leiab kasuta-



a *b* *c* *d*

Joon. 52. Klappide asetusviise — pealtklapid.

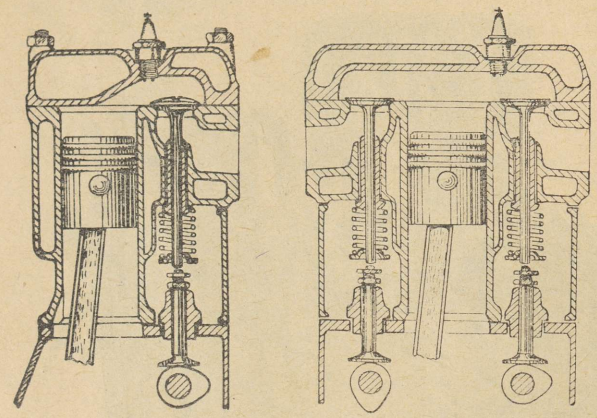
mist peamiselt väikestel sõiduautodel ja kergeveoautodel. Silindrite kuju sõltub suuresti klappide asetusest.

Klapid võivad silindrile olla asetatud:

a) silindri peale (joon. 52 *a*, *b*, *c*, *d*) või

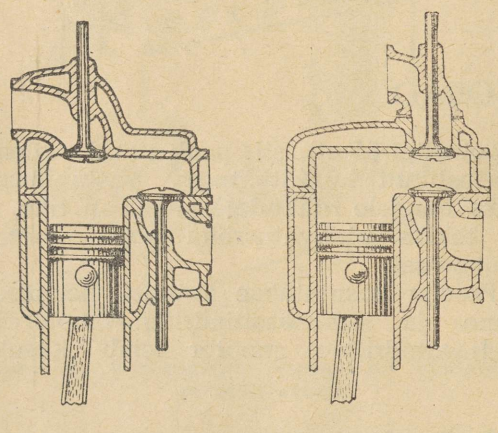
b) silindri küljele (joon. 53 *a*, *b*) või

c) üks klapp peale ja teine küljele (joon. 54 *a*, *b*).



a *b*

Joon. 53. Klappide asetusviise — külgklapid.



a *b*

Joon. 54. Klappide asetusviise — külg- ja pealtklapid.

Pealtklappidega mootorid evivad suuremat ökonoomsust, sest see võimaldab anda survekambrile sellist kuju, et põlemisel tekkiva soojuse kaod läbi survekambri seinte on väiksemad. Kõige otstarbekohasem survekambri kuju soojuskao vähendamiseks on poolkeralise kujuga survekamber (joon. 52 *a*), sest kera on geomeetriline kuju, mille välispind võrreldes mahuga on kõige väiksem. Seega on ka soojuskadu läbi seina väiksem.

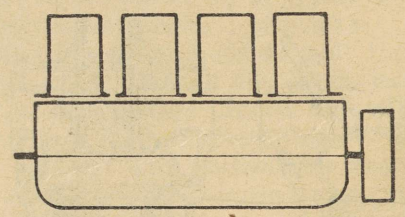
Peaaegu samaväärsed kui poolkeralise kaanega silindrid on joonisel 52 *b*, *c*, *d* näidatud survekambri kujud. Kuid mootori valmistamisel ei mängi mitte alati peaosa saavutatav suurim ökonoomsus, vaid hind ja vaikne töötamine.

Pealtklappidega mootor on ehituselt kallim ja klappide liikumapanemise mehhanism keerukam. Keerukas ja pikahoovaline klappide liikumapanemise mehhanism, kui ta pole vastavalt ehitatud, põhjustab mootoris müra, kulub mitmetes liigendites ja hakkab rutemini logisema.

Kõrvalklappidega mootor on selles mõttes lihtsam: klappide tõstmiseks ei vajata keerukat hoob-ülekannet. Seepärast on kõrvalklappidega silindrid (joon. 53 *a*) väga levinud; neid kasutatakse rohkesti massiliselt valmistatavatel mootoritel, sest lihtsusega on väga lähedalt seotud odavus. Silindreid, milledel kõik klapid asetsevad ühel poolel, nimetatakse tihti L-kujulisteks silindriteks, sest see kujutab pea peale pööratud L-tähte. Nii sisse- kui ka väljalaskeklapid avatakse ühise jaotusvõlli poolt. Seega vajatakse ainult ühte jaotusvõlli.

Varematel aegadel kasutati silindreid, milledel klapid asetsesid mõlemal silindri küljel, nn. T-kujuline silinder (joon. 53 *b*). Kuid selline ehitusviis on nüüd täielikult kõrvale jäetud oma suurte soojuskadude, detonatsioonile kaldumise ja klappide liikumapanemiseks tarvismineva kahe jaotusvõlli tõttu.

Vanemad mitmesilindrilised mootorid koosnesid üksikutest eraldi valatud silindritest (joon. 55).



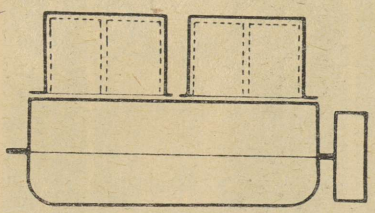
Joon. 55. Mootor eraldi valatud silindritega.

See ehitusviis oli tingitud sellest, et tol ajal ei olnud valutehnika niivõrd arenenud, et oleks suudetud valada tervet mootorit ühes tükis või nn. ühes „plokis". Sellise üksikutest silindritest koosneva mootori paremusteks olid: silindri hõlbus

vahetus üksiku silindri rikke puhul, lihtne valamine ja töötlemine. Puudustest võiks nimetada: ehituselt mootor on pikk ja raske. Sisselaske- ja väljalasketorustikud, samuti jahutusveetorustik, muutusid liiga haruliseks ning nõudsid palju kinnitusäärikuid. Karter, mille külge on kinnitatud väntvõlli-(raam-)laagrid, peab olema massiivne ja jäik, et see oma pikkusest hoolimata ei saaks lubamatuid läbipaindumisi.

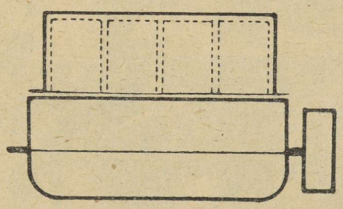
Üksiksilindreid on raske paigutada täpselt väntvõlli suhtes.

Valutehnika arenemisel valati silindrid paarikaupa. Näit. neljasilindriline mootor koosnes kahest silindripaarist (joon. 56).



Joon. 56. Mootor paarisvalatud silindritega.

Praegune valutehnika ei tee enam raskusi mitme silindri valamisel ühes plokis (joon. 57), hoolimata sellise ploki, näit. kuue- või kaheksasilindrilisel mootoril, vormimise keerukusest.

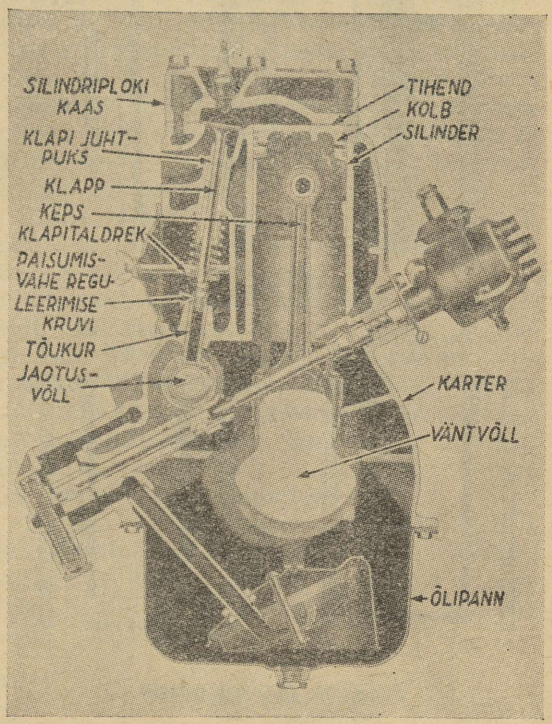


Joon. 57. Mootor plokisvalatud silindritega.

Plokkmootori paremusi: Ühes plokis valatud silindrid on väliselt nägusad, jahutusveetorustikule on vaja ainult kahte kinnitusäärikut, üks vee sisse- ja teine väljavooluks. Töötlemine on odavam, sest kõikide silindrite otsmisi pindu võib freesida korraga. Klappe võib katta üheainsa kattega. Mootor on ehituselt palju lühem kui samasilindriline mootor üksiksilindritega.

Plokkmootori puudusi: Ploki vormimine on oma keerukuse tõttu kallim kui üksiksilindritena vormimine. Kui plokis on üks silindritest vigane, on terve plokk kasutamiskõlbmatu. Tihti tulevad valu rikked ilmsiks alles siis, kui plokk on töötlemisel valmis saama.

Tavaliselt valatakse silindriplokk ühiselt ühes karteri ülemise poolega (joon. 58, vt. ka joon. 45). Selline ehitusviis suurendab mootori jäikust. Seega autoraami paindumised, mis tekivad halbadel teedel, ei saa avaldada oma mõju mootori väntvõllile ega seda painutada.



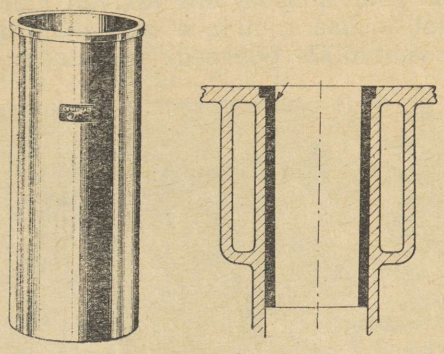
Joon. 58. Mootoriplokk lõikes.

Silindriseinad peavad olema õhukesed (4—6 mm), et hoida kokku mootori kaalus ja saavutada head soojuse ülekannet jahutusveele, millega väheneb silindri peegelpinna temperatuur, luues soodsamad tingimused selle õlitamiseks.

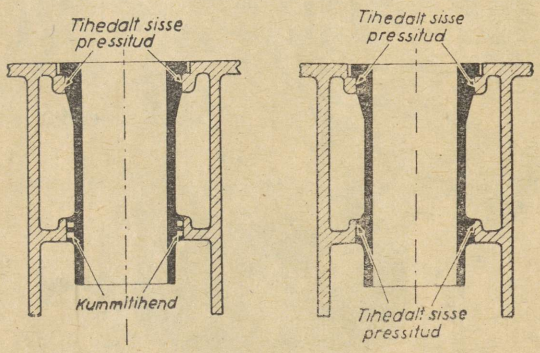
Peale silindriploki valmissaamist proovitakse seda veega rõhu all, et silindriseintes ei leiduks augukesi, mis võimaldavad plahvatussurve kadu või vee pääsemist jahutusveeruumist silindrisse.

Viimasel ajal on levinud mootoriplokid vahetatavate silindripussidega. Kasutatakse neid peamiselt veoautodel ja autobustel, kus silindrite koormatused on suuremad. Need pussid valmistatakse kulumisele enam vastupidavast materjalist. Vahetatavad pussid pressitakse täpselt

sobitatult silindriplokki (nn. „k u i v a d p u s s i d", joon. 59) või nad asetatakse plokki otsesesse kokkupuutesse jahutusveega (nn. „m ä r j a d p u s s i d", joon. 60). Viimane ehitusviis on kasutatavam. Selline silindripusside kasutamine võimaldab ühe pussi vigastumise korral selle



Joon. 59. Kuiv puss.



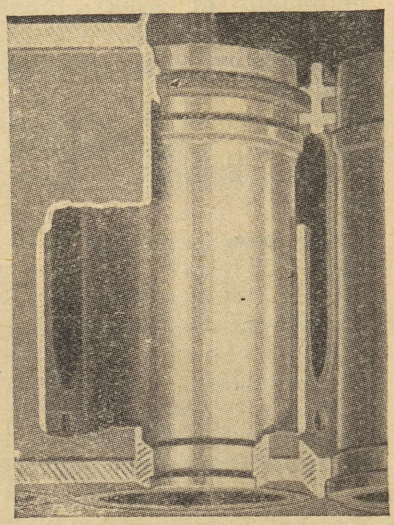
Joon. 60. Märjad pussid.

kerget vahetamist. Ühes plokis valatud silindritel peab ühe silindri vigasuse puhul kõik silindrid üle puurima või lihvima ja kõik kolvid vahetama uute ühemõõteliste kolbide vastu, mis on seotud palju suuremate kuludega kui ühe silindripussi vahetamine.

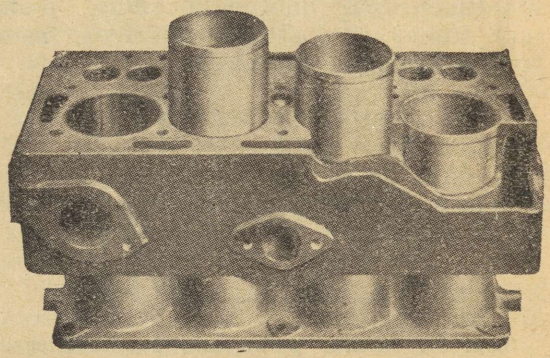
Mootoriploki materjalina kasutatakse peamiselt peeneteralist halli malmi, millesse on lisandatud vähesel määral räni valatavuse tõstmiseks ning niklit, kroomi ja mangaani vastupidavuse tõstmiseks kulumise vastu.

Malm on odav, hea soojusjuhtivusega ega paisu palju kuumenemisel. Teda on kerge töödelda ja ta annab silindrile hea peegelpinna.

Hulgalised katsed valmistada silindreid terasest on ebaõnnestunud. Mõned autotehased ehitavad silindreid kergemetallist, millesse asetavad terasest pussi. Kõikide silindrite mahud peavad omavahel olema võrdsed; vastasel korral mootor kaotab palju oma töötamise ühtlusest, sest üks silinder on võimsam kui teine. Survekambril ei tohi olla teravaid servi või nurki, mis võivad enam kuumeneda ja seega põhjustada hõõgsüütamist. Sisselaske- ja väljalaskekanal peavad olema hästi ümardatud.



Joon. 61. Märg puss.

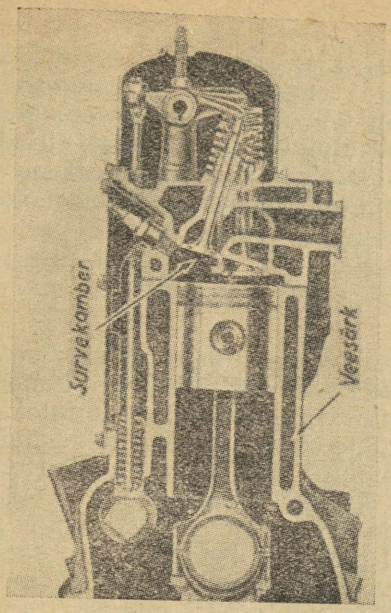


Joon. 62. Neljasilindrilise mootori plokk kuivade silindripussidega.

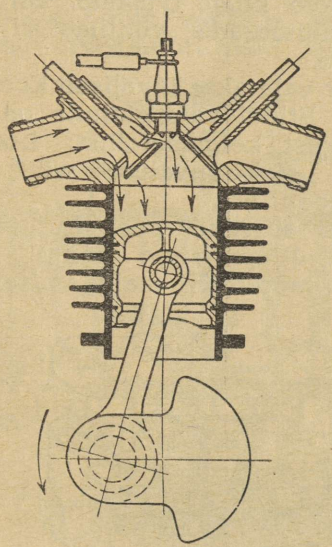
Veesärk ja jahutusribid

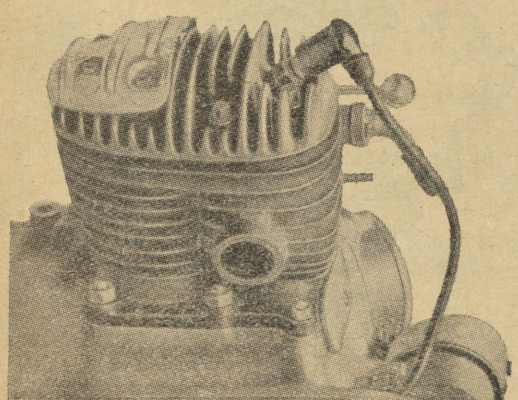
Silindris küttesegu põlemisel tekkivast kõrgest temperatuurist, mis võib plahvatusmomendil tõusta kuni 2000°, tekkiva silindriseinte ülekuumenemise vältimiseks ehitatakse silindrite ümber jahutusveeruum, nn. v e e s ä r k, või õhuga jahutamise puhul j a h u t u s r i b i d.

Jahutusveesärk ümbritseb kõiki silindreid; ta valatakse ühes tükis silindriplokiga. Silindriga ühes valatud veesärgi seina paksus on 3—4 mm (joon. 63).



Joon. 63. Veesärk ümber silindri.





Joon. 64. Õhkjahutuse ribid.

Mõnedel mootoritel, kus mootori kergus on väga oluline, valmistatakse veesärk eraldi terasplekist, mis asetatakse ümber silindrite.

Jahutusveesärk peab olema küllaldase mahutavusega ja omama kuju, mis kindlustaks head jahutusvee ringvoolu ja korralikku jahutust. See ei tohi kõrgemates kohtades evida soppe ega nurki, kuhu võiks koguneda veeaur. Eriliselt hästi peab olema jahutatud väljalaskeklapi ümbrus, sest väljalaskeklapp asub pidevalt kuumade heitegaaside mõju all, mistõttu see vajab eriliselt head jahutamist.

Samuti peab süüteküünalde ümbrus olema hästi jahutatud, et süüteküünlad ei kuumeneks üleliigselt ega tekitaks enneaegset hõõgsüüdet.

Kahe silindri vahe peab olema küllalt suur, et jahutusvesi saaks ka seal silindreid korralikult jahutada.

Õhkjahutust kasutatakse praegu peamiselt vaid mootorrataste mootorite jahutamiseks. Kuid ka mõned sõiduautod ehitatakse õhkjahutusega mootoriga, et sõiduk oleks vaba jahutusvee ja jahutamisseadme lisaraskusest. Samuti kasutatakse sõjaliseks otstarbeks ehitatavatel veokitel õhkjahutusega mootorit.

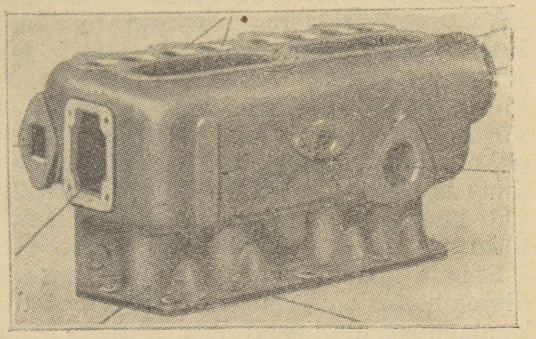
Selleks varustatakse mootori silindrid jahutusribidega (joon. 64), mis valatakse silindriga ühes tükis või pannakse silindrile peale eraldi terasplekist ribistiku näol.

Silindriploki kaas

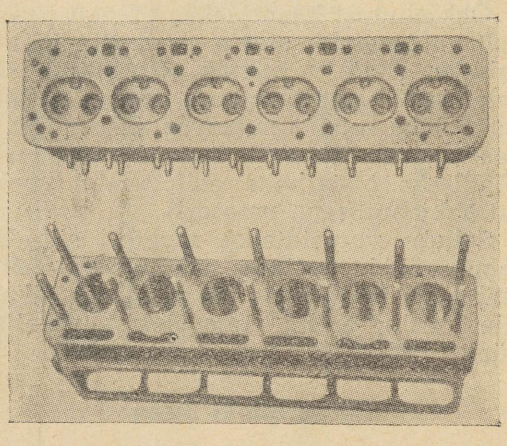
Nüüdisajal ei ehitata enam nagu vanasti silindriploki kaant ühes tükis silindriplokiga (joon. 65), vaid silindriploki kaas on äravõetav (joon. 66), mistõttu silindriploki valu ja töötlemine muutuvad lihtsamaks. Kõikide silindrite surveruumid (joon. 63) on võimalik välja töötada ühesuurustena, millega saavutatakse kõikide silindrite ühevõimsuslikkus ja seega mootori ühtlane käik. Kaane mahavõtmisel on hõlbus puhastada survekambrit tahmast ja koksist. Kepsulaagri vabastamisel saab vahel kolbi välja võtta silindrist ülalt ega tarvitse kogu silindriplokki maha võtta. Samuti võimaldab kaane mahavõtmine hõlpsat pääsu klappide juurde nende lihvimiseks.

Raskusi tekitas esialgu tiheduse saavutamine silindriploki kaane ja silindriploki vahel; kuid praegu kasutatavad vask-asbesttihendid (joon. 67) on ka

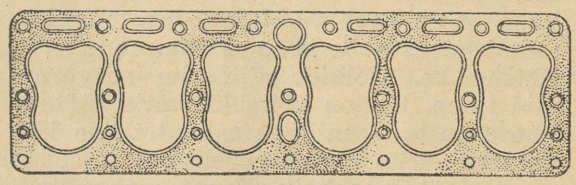
selle raskuse kõrvaldanud. Tihendi ülesanne on siin takistada jahutusvee pääsemist silindriruumi ja ära hoida plahvatusrõhu kadu.



Joon. 65. Silindriplokk ühes tükis silindriploki kaanega.



Joon. 66. Silindriplokk äravõetava kaanega.



Joon. 67. Vask-asbesttihend.

Eriti hoolikalt peab tihendama neid avasid, mille kaudu jahutusvesi voolab silindriplokist silindriploki kaande.

Silindriploki kaane materjaliks kasutatakse mõnede automootori-valmistajate poolt alumiiniumisulameid, mis omavad malmist märksa paremat soojusjuhtivust. Sellega võidetakse mootori kaalus ja saavutatakse paremat soojusjuhtivust, mistõttu klapipesade ja süüteküünalde ümbruse temperatuur on madalam. Samuti on üheks tähtsamaks asjaoluks siin see, et alumiiniumisulamist silindriploki kaas võimaldab tõsta mootori surveastet, ühes millega suureneb mootori soojuslik kasutegur.

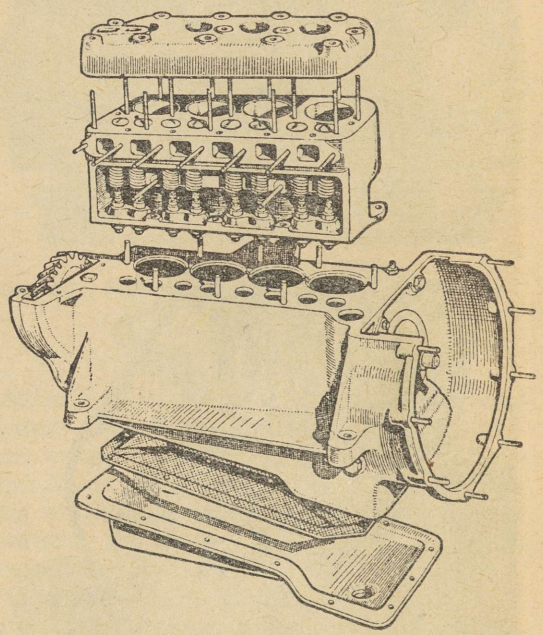
Karter

Karter on kogu mootori alustugi; ta on ehitatud väntvõlli laagrite kandmiseks. Karterile kinnitatakse silindriplokk. Karteri külge kinnitatud käppade kaudu tugineb mootor autoraamile. Karter peab olema küllalt mahukas, et võimaldada kepsude õõtsumist ja väntvõlli pöörlemist. Karterisse mahutatakse sageli ka jaotusvõll ja karteri esiotsa mahutatakse jaotus- ja väntvõlli hammasrattad.

Väljastpoolt kinnitatakse karteri ülemise poole külge dünamo, käiviti, veepump, süüteseadis, ventilaatori kinnitusäärik jne.

Karter valatakse tavaliselt koos silindriplokiga. Eraldi valmistatuna on ta valatud mingist kergemetallist: kas alumiiniumist, elektronvalust või silumiinvalust (joon. 68).

Karteri alumine pool kujutab terasplekist väljapressitud panni, nn. õ l i p a n n i mootoriõli mahutamiseks. Sinna



Joon. 68. Karter eraldatava silindriplokiga ja õlipanniga.

on mahutatud ka õlipump torustike ja sõelaga ning õlimõõtevarras.

Karteri alumine osa (õlipann) on kruvidega kinnitatud karteri külge; seega õlipanni mahavõtmine võimaldab hõlpsat juurdepääsu kepsu- ja väntvõlli laagrite juurde. Sel teel on hõlbus vahetada üksikut kepsulaagrit, kui see juhtub riknema, ilma et tarvitseks kogu mootorit lahti monteerida.

Mõningaid silindriplokkide konstruktsioone

Sõiduauto Gaz M-1 mootori silindriplokk (joon. 69) on neljasilindriline, valatud peeneteralisest hallist malmist ühes tükis karteriga. Plokikaas on äravõetav, samuti õlipann. Klappide asetuse seisukohalt kuulub see mootor külgklappidega mootori liiki. Silindrite läbimõõt on 98,43 mm, silindri pikkus 185 mm, silindriseina paksus 7 mm, veesärgi seina paksus 4 mm, survekambri maht 254 sm³.

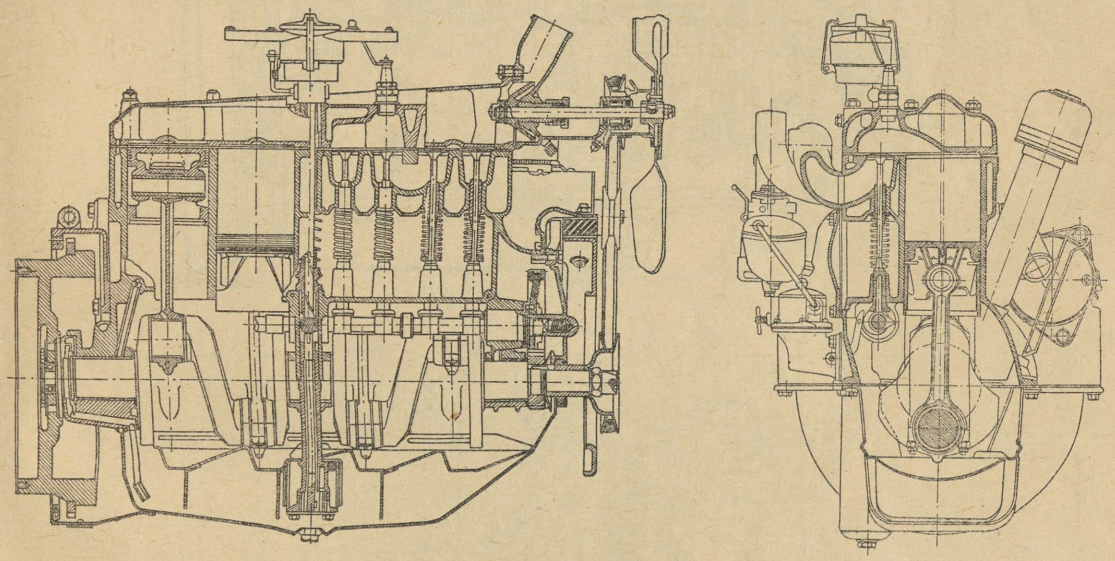
Sõiduauto Zis-101 mootori silindriplokk (joon. 71) on kaheksasilindriline, reasvalatud silindritega ühes tükis karteriga. Kuna Zis-101 mootor kuulub pealtklappidega mootorite hulka, asetsevad klapid silindriploki kaanes. Silindri läbimõõt 85 mm, silindri pikkus 224 mm, silindriseina paksus 6,5 mm, veesärgi seina paksus 5 mm, survekambri maht 175 sm³.

Kolvid

Kolb annab silindris tekkiva plahvatussurve kepsu kaudu edasi väntvõllile, imeb küttesegu silindrisse, surub selle kokku ja paiskab töötanud gaasid silindrist välja.

Ühtlasi annab kolb silindriseintele üle kepsu poolt tekitatava külgsurve (joon. 73).

Kolb peab silindris tihedasti liikuma, et mitte võimaldada plahvatussurve kadu



Joon. 69. Sõiduauto Gaz M-1 mootor.

Veoautodel Gaz-AA kasutatava mootori silindriplokk ühtib sõiduauto Gaz M-1 silindriplokiga.

Veoauto Zis-5 mootori silindriplokk (joon. 70) on kuuesilindriline, külgklappidega, valatud ühes tükis karteriga. Ka siin on plokikaas ja õlipann äravõetav. Silindrite läbimõõt 101,62 mm, silindri pikkus 215 mm, silindriseina paksus 6,5 mm, veesärgi seina paksus 5 mm, survekambri maht 248 sm³.

silindrist töötakti vältel ja kokkusurutava küttesegu kadu surutakti vältel, mis vähendab mootori võimsust ja tõstab kütuse kulu.

Kolb peab võimaldama head silindri peegelpinna määrimist, kuid mitte liigset, et õli asjatult ei satuks silindri põlemisruumi ega tekitaks seal tahma ja õlikoksi.

Kolvid ehitatakse õõnsa-, kumera- ja tasapinnalise põhjaga (joon. 74).

Kolvi põhja kuju sõltub survekambri vajalikust kujust.

Bensiinimootoritel kasutatakse enamasti tasapinnalise põhjaga kolbe.

Ühes ja samas mootoris kasutatavad kolvid peavad olema kõik võimalikult üheraskused. Kolbide raskuse lubatud erinevus on kuni 4 grammi. See on tähtsamaid nõudeid mootori ühtlase käigu saavutamiseks.

Kuivõrd suurt plahvatussurvet peab kolb taluma, olgu toodud alljärgnevas näites.

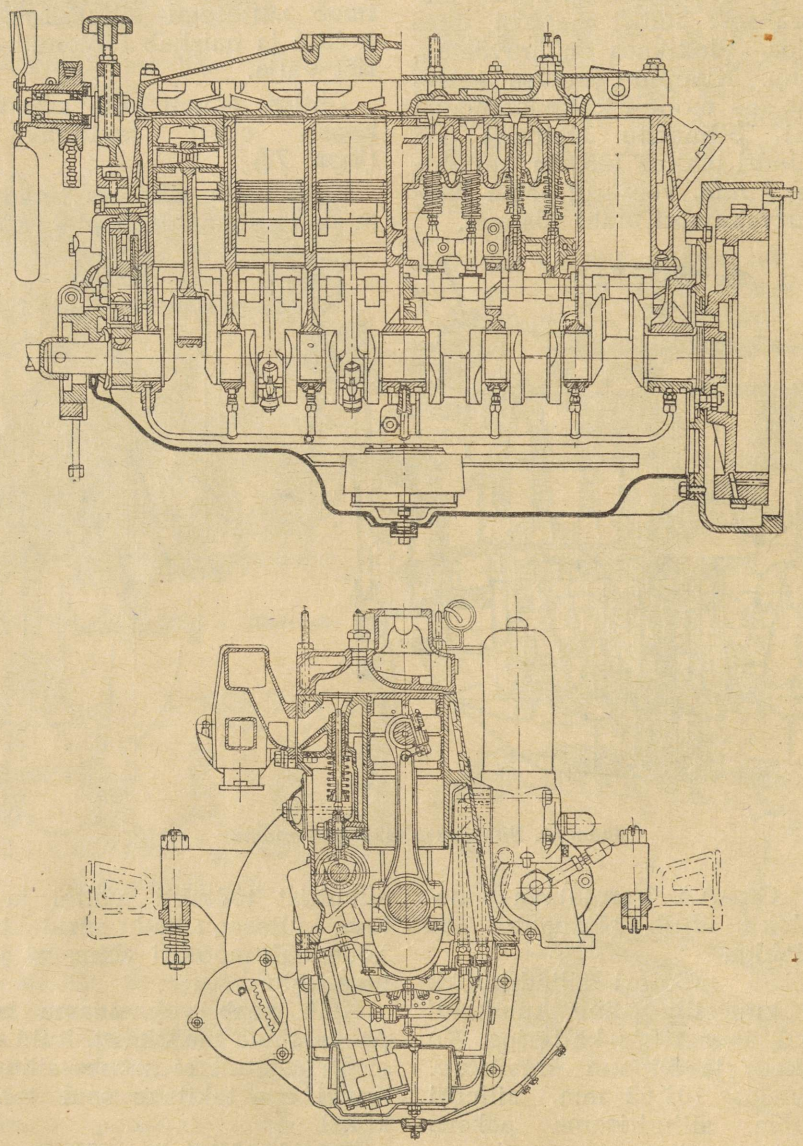
Oletame, et meil on bensiinimootor silindri läbimõõduga 10 sm ja plahvatussurvega 25 at.

10-sm-se läbimõõduga silindrikolvi pind

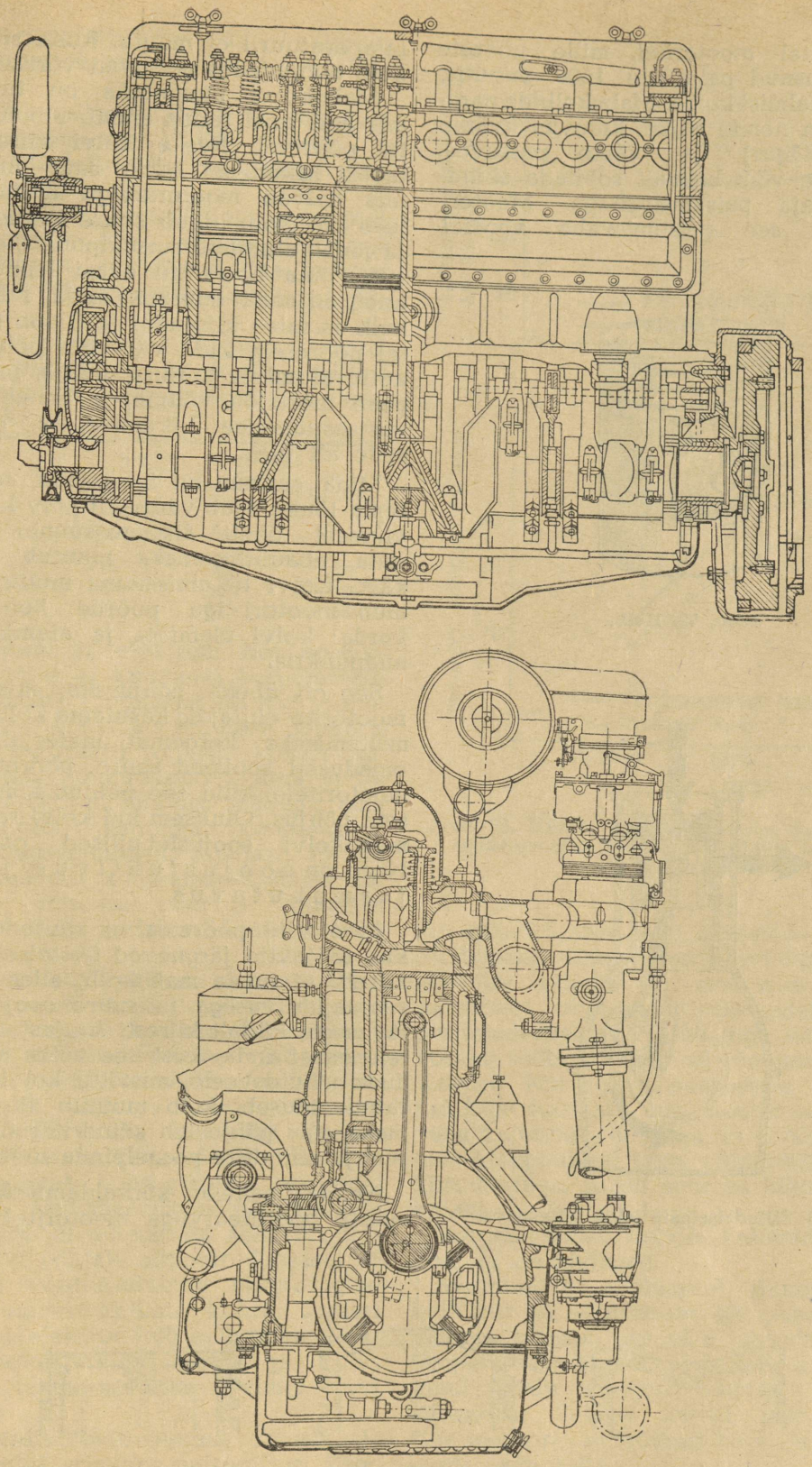
$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 10^2}{4} = 78{,}5 \text{ sm}^2.$$

Kuna plahvatussurve on 25 at, s. o. 25 kg iga sm² kohta, siis on kogusurve kolvile 78,5×25 = 1960 kg ehk ligi kaks tonni.

Seepärast peab kolb olema küllaldase tugevusega, vastupidamiseks sellistele suurtele survetele.

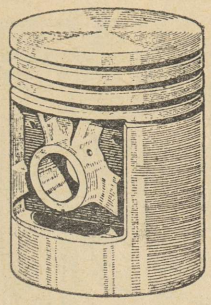


Joon. 70. Veoauto Zis-5 mootor.

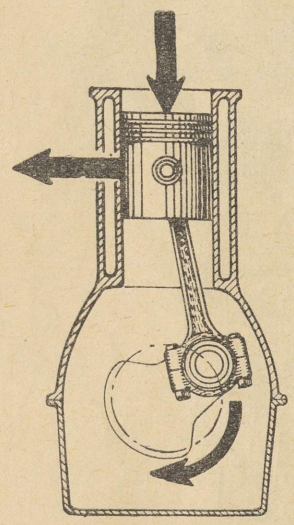


Joon. 71. Sõiduauto Zis-101 mootor.

Vanematel mootoritel, mille pöörete arv ei tõusnud palju üle 1500 minutis, kasutati malmist kolbe. Malmkolbide paremuseks on nende väike kuluvus (väike hõõrdumistegur) ja väike paisuvus. Malmkolbe võib külmalt sobitada silindrisse paraja paisumisvahega. Mootori töötamisel see paisumisvahe võrdsel temperatuuril ei muutu, kuna silinder ja kolb soojenedes paisuvad võrdselt.



Joon. 72. Kolb.



Joon. 73. Silindriseinale tekib külgsurve.

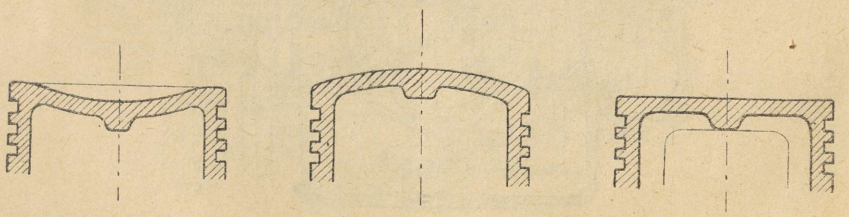
Malmkolvi puuduseks on ta raskus, mis end eriti tunda annab mootori kiiretel pööretel. Raske kolvi kiirel edasitagasi liikumisel tekib suur inertsjõud, mis halvab mootorikäigu ühtlust. Näiteks kui kolb liigub suure kiirusega alla ja jõuab alumisse surnudpunkti, on kolvil tung oma hoo tõttu edasi lennata; see hoog on seda suurem, mida raskem on kolb ja mida kiiremini ta liigub (kiirematel pööretel), kuid väntvõlli põlv peatab kolvi alumises surnudpunktis, milleks ta peab inertsjõu võitma, ja annab kolvile vastassuunalise liikumise, s. o. surub selle alt üles.

Mida suurem on inertsjõud, seda suurema tõuke saab väntvõlli põlv kolvi üleviimisel ühelt liikumissuunalt teisele, seda ebaühtlasemaks muutub mootorikäik. Kolvi liikumissuuna muutmine toimub mootori iga pöörde kohta kaks korda: kolvi ülemises ja alumises surnudpunktis.

See oli üheks põhjuseks, mis sundis mootorite ehitajaid kasutama kolbide valmistamiseks kergemat materjali, mille omadused sobiksid suure pööretearvuga mootoritele, kuid see polnud kõige olulisem põhjus. Olulisem kui kolvi raskus on malmkolvi soojustehnilised omadused. Need on s o o j u s j u h t i v u s ja s o o j u s m a h u t a v u s.

Mootorite pööretearvu suurenemisega, kus töötaktid järgnevad üksteisele väga kiirelt, ei suuda malmkolb, olles väikese soojusjuhtivusega ja suure soojusmahutavusega, küllalt kiiresti soojust silindritele edasi anda, kust see võiks üle kanduda jahutusveele, mistõttu kolvi temperatuur tõuseb, kolb muutub liiga kuumaks, mis põhjustab silindrites õlitushäireid ja silindrite peegelpinna sööbimist.

Nende pahede kõrvaldamiseks võeti suurte pööretearvuga mootoritel kasuta-



Joon. 74. Kolvipõhjade kujud.

misele kergemetallist kolvid — alumiiniumisulamist ja erijuhtudel ka elektronist.

Alumiiniumkolbide materjal koosneb 86% alumiiniumist, 13,4% vasest ja 0,6% tsingist. Selle segu erikaal on umbes 2,8 kuni 3,0.

Elektronkolbide materjal koosneb 90% magneesiumist, 8% alumiiniumist ja 2% siliitsiumist (ränist). Erikaal umbes 1,8 kuni 2,0. Malmi erikaal aga on keskmiselt 7,8.

Alljärgnevas tabelis on toodud võrdlusnäited kolbide kaalu kohta, millest selgesti nähtub kergemetalli paremus väiksema kaalu näol.

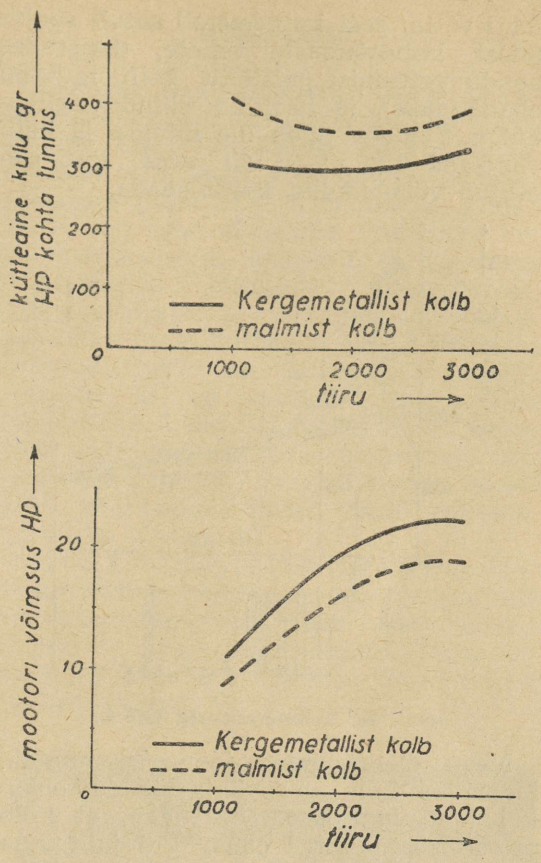
Silindri läbimõõt mm	Kolvi materjal		
	Malm g	Alumiinium g	Elektron g
65	475	360	300
80	1120	820	660
100	1670	1325	1050

Alumiiniumi ja elektroni hea soojusjuhtivuse tõttu ei kuumene kergemetallkolvid mootori töötamisel nii kui malmkolvid. See võimaldab mootori silindris küttesegu surutaktil rohkem kokku suruda (kõrgem kompressioon), ilma et tekiks detonatsiooni nähtusi. Sellega saavutame mootorilt suuremat ökonoomsust.

Nagu diagrammidest joonisel 75 on näha, võimaldab kergemetallkolbide kasutamisele võtmine mootori võimsuse tõusu kuni 25% ja kütuse säästu kuni 20%.

Kergemetallide väikese soojusmahtuvuse kasu tuleb ilmsiks vähese õlikulu näol, mida vajab kergemetallkolbidega varustatud mootor. Õlikulu võib väheneda kuni 40%, võrreldes malmkolbidega. See on seletatav sellega, et malmkolb evib 30% võrra suuremat soojusmahtuvust kui kergemetallkolb, mistõttu esimene põletab kolvi põhjale sattunud õli rohkem. Malmkolvi põhi võib kuumeneda niivõrd, et põletab ka seda õli, mis pritsib kolvi põhjale altpoolt. Joonisel 76 on toodud võrdluskõverad mitmesugustest materjalidest kolbide kohta, millest on näha, et elektronkolb evib palju väiksemat erinevust kolvi põhja ja kolvi juhtpinna temperatuuride vahel kui malmkolb.

Kergemetallkolbide puudus seisab silindri ja kolvi erinevas paisumises. Soojenemisel paisub kergemetallist kolb enam



Joon. 75. Kütuse kulu vähenemine ja mootori võimsuse tõus kergemetallkolbide kasutamisele võtmisel.

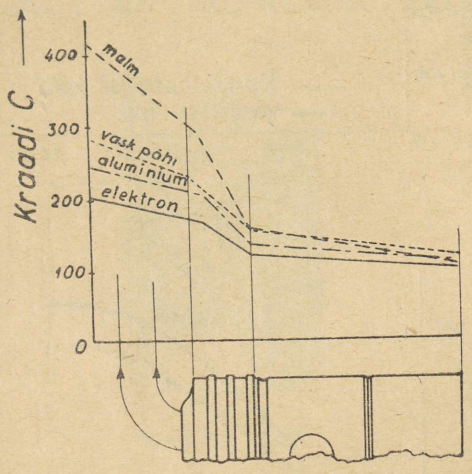
kui silinder; seda tuleb arvestada kolbide sobitamisel silindritesse. Kolvi õige paisumisvahe valimine on mootorite kokkupanemisel olulisemaid ülesandeid. Kui paisumisvahe on võetud liiga väike, siis kolvid sööbivad mootori töötamisel soojenedes. Kui aga paisumisvahe on võetud liiga suur, siis uus mootor sarnaneb vana kulunud mootoriga, mis töötab kolbide kloppimisest vastu silindriseinu tekkiva müraga, ja on suureks kütuse raiskajaks.

Kergemetallist kolvid kuluvad kiiremini ja on kallimad.

Malmkolbide sööbimisel riknevad nii kolb kui ka silindrisein. Kergemetallkolbide sööbimisel, mis võib juhtuda kõrge temperatuuri juures, võib kolb kergemal juhul peale mootori jahtumist jällegi vabaneda. Sellisel korral pole vahel vaja mootori lahtivõtmist kolvi ja silindri kordaseadmiseks.

Raskemal sööbimisel tuleb mootor

lahti võtta, sest kergemetall satub sööbimisel kolvirõngaste vahele, takistades nende vetrumist (mistõttu kolb muutub ebatihedaks), ja hõõrdub silindriseintele külge. Silinder tuleb üle lihvida ja kolb vahetada uue vastu või vana, kui see osutub võimalikuks, korda seada.



Joon. 76. Temperatuurid kolvil.

Nagu diagrammist joon. 76 nähtub, kuumeneb kolb oma põhja lähedal enam kui juhtseina osas. Tähendab, et kolb paisub põhja kohal enam kui juhtpinna kohal. Seda arvestatakse kolbide valmistamisel ja tehakse nad põhja kohal väiksema läbimõõduga kui juhtpinna kohal.

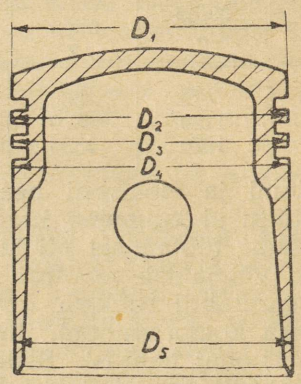
Kolvi lõtk kolvi töötemperatuuril on kolvi läbimõõdu iga 100 mm kohta:

	Põhja kohal	Juhtpinna kohal
Malmist kolbidel. . . .	0,20 mm	0,10 mm
Elektronist kolbidel. . .	0,25 mm	0,15 mm
Alumiiniumist kolbidel .	0,30 mm	0,20 mm

Alljärgnevas tabelis on toodud võrdluseks malm-, alumiinium- ja elektronkolbide läbimõõdud külmalt mõõdetuna 100 mm läbimõõduga silindri jaoks ja mõnede autotüüpide kolbide kohta.

Silindri läbimõõt 100 mm	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5
Malmist kolb . . .	99,50	99,90	99,90	99,90	99,95
Elektronist kolb . .	98,98	99,95	99,68	99,78	99,80
Alumiiniumist kolb	99,48	99,52	99,55	99,60	99,60
Sõiduauto Gaz kolb	97,71	—	97,84	—	98,32
Veoauto Gaz kolb	97,82	—	97,97	—	98,32
Veoauto Zis-5 kolb	101,10	—	101,10	—	101,54
Sõiduauto Zis-101 kolb	84,70	—	—	—	85,00

Nagu nägime, peab kolb liikuma silindris edasi-tagasi, kuid olema siiski täiesti tihe ka kõrgetel temperatuuridel, et ei tekiks töötaktil gaasi läbilaskmist kolvi ja silindri vahelise pilu kaudu. Kui kolvi juhtpind oleks niivõrd tihe, et plahvatussurve ei pääseks kolvi ja silindriseina vahelt ka külmalt läbi, liiguks soe kolb niivõrd tihedalt silindris (liiga suur hõõrdumine), et esineb kolvi ja silindri seina vaheline sissesööbimine. Kui aga kolb oleks vaid kuumalt tihe, oleks ta külmana ebatihe, mistõttu ei saaks surutakti vältel küttesegu kokku suruda, vaid kokkusurutav küttesegu voolaks silindriseina ja kolvi vahelt läbi karterisse, rikkudes seal õli jne.



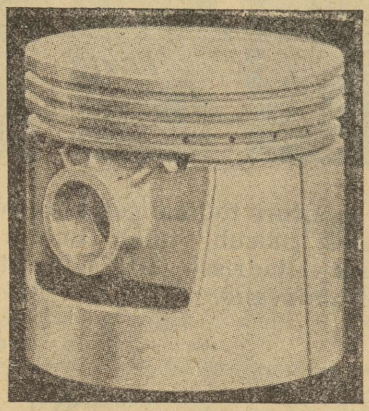
Joon. 77. Läbimõõdu erinevusi kolvil.

Viimasel ajal leiavad palju kasutamist püsiva paisumisvahega kolvid. Need kõrvaldavad selle puuduse, et külmale kolvile peab jätma suur paisumisvahe, mis alles mootori soojenemisel muutub parajaks. Sellega on kõrvaldatud ka puudus, et külma mootori töötamisel kolvid taovad vastu silindriseinu, tekitades mootori kloppimist. Ka ei pääse siis külma mootori käivitamisel tarvitatavast rikkast küttesegust bensiinitilgakesi läbi kolvi ja silindriseina vahe nii kergesti karterisse, kus see võiks rikkuda määrdeõli.

Püsiva paisumisvahega kolvid on kergemetallkolvid, mille juhtpind on viltu (mitte paralleelselt teljega) läbi lõigatud (joon. 78). See sobitatakse külmas olekus täpse paisumisvahega silindrisse. Kui mootor soojeneb ning kolb paisub, sulgub läbilõikepilu, aga paisumisvahe ei muutu. Selliste kolbide mootorisse monteerimisel tuleb kolvi juhtpinna pilu seada väiksema külgsurve poole. Pilu on

tehtud viltu selleks, et silindriseinale ei jääks kulumisel kõrgem triip. Ka aitab viltune lõige jaotada õli silindriseintele ühtlaselt.

Sõiduautode Gaz M-1, Zis-101 ja Kim-10, samuti veoautode Gaz-AA, Zis-5 ja Jag-6 mootoreis kasutatakse alumiiniumist, viltu läbilõigatud juhtpinnaga kolbe, välja arvatud Zis-101, kus juhtpind on ainult osaliselt läbi lõigatud.



Joon. 78. Kolb läbilõigatud juhtpinnaga.

Viimasel ajal automootoritel kasutatavail elektrolüütilisel teel tinaga kaetud kolbidel on palju väiksem hõõrdumine silindriseinaga. Tinaga kaetud kolvipinda saab töödelda siledamaks, mistõttu kolvi paisumisvahe võib olla väiksem. See aga tähendab plahvatussurve kao vähenemist või, teisiti öeldud, mootori võimsuse tõusu ja kütuse kokkuhoidu. Samuti parandab see kolbide ja silindriseinte vahelisi õlitustingimusi, vähendades õlikulu. Tinaga kaetud kolb hoiab peaaegu täielikult ära kolbide sööbimise, lühendab mootori sissetöötamiseks vajalikku aega ja võimaldab mootori sissetöötamisel kasutada suuremat auto sõidukiirust.

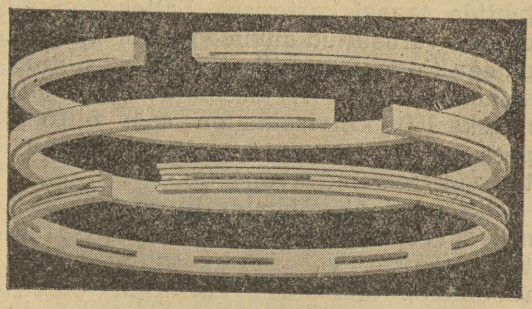
Kolbide tinaga katmise kõrval kaetakse neid elektrolüütilisel teel ka teistegi metallidega, näit. kadmiumiga, kroomiga jne. Kattekiht on vaid umbes 0,001 mm paks, kuid see tõstab kolvi vastupidavust kulumisele ja on poorse pinnaga, mistõttu hoiab paremini õli kolvi ja silindriseina vahel, kindlustades paremat silindriseina õlitust.

Kolvi elektrolüütilisel teel mõne erimetalliga katmisel kattuvad ka kolvinaga pesa avad ja kolvirõngaste pesade seinad, vähendades sellega nende kulumist.

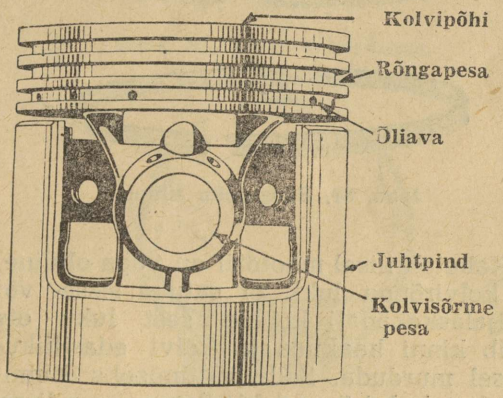
Kolvirõngad

Tiheduse saavutamiseks kolvi ja silindriseina vahel asetatakse kolvile kolvirõngad (joon. 79). Selleks on kolvid varustatud vastavate soontega — rõngapesadega (joon. 80). Kolvirõngas täidab ainult siis oma ülesannet täielikult, kui ta vetrudes end ühtlaselt surub vastu silindriseina. Rõngaste mahavõtmise, pealetõmbamise ja vedrutamise võimaldamiseks on kolvirõngas ühes kohas läbi lõigatud, tekib nn. kolvirõnga „lukk". Joonisel 81 on toodud mitmetüübilisi rõngalukke. Luku liiga pikk ots võib kergesti murduda, mistõttu viimasel ajal kasutatakse lühikesi ja ristilõikega lukke. Lukk peab olema lihtne valmistamiseks, kuid tihe töötamisel.

Kuna kolvirõngad annavad kolvile tihedust, sõltub mootori võimsus suuresti kolvirõngaste seisukorrast. Need peavad täpselt sobima oma pesadesse. Töösoojal mootoril peavad kolvirõnga otsad olema peaaegu koos.

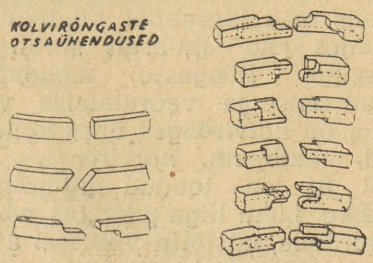


Joon. 79. Kolvirõngad.



Joon. 80. Kolb.

Kolvirõngad valmistatakse kõrgeväärtuslikust malmist, sest malm ei kaota ka kuumalt oma vetruvust ega riku silindriseinu. (Terasrõngas kaotaks oma vetruvuse kuumuses töötamisel ja kulutaks liialt silindriseinu.)

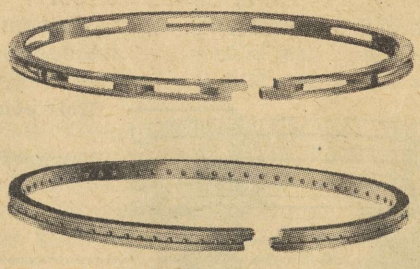


Joon. 81. Rõngalukutüüpe.

Vetruvuse alalhoidmiseks ja kuluvuse vähendamiseks lisatakse malmile kroomi, kroomvanaadiumi või kroommolübdeeni.

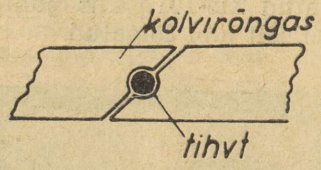
Harilikult asetatakse kolvile 3 kuni 4 rõngast. Tihti on kõige alumine rõngas nn. „õlirõngas", mille ülesanne on koguda silindriseinalt üleliigne õli ja see juhtida tagasi karterisse. Selleks on õlirõngad varustatud aukudega või väljalõigetega (joon. 82), mille kaudu õli silindriseinalt pääseb kolvi sisemusse. Õli voolamiseks läbi kolviseina on sein õlirõnga pesa kohalt varustatud mitme läbipuuritud või freesitud avaga (joon. 80).

Õlirõngad ei võimalda liigse õli pääsemist survekambrisse, kus see põledes tekitaks õlikoksi või satuks küünla elektroodidele, takistades korraliku elektrisädeme tekkimist küttesegu süütamiseks.



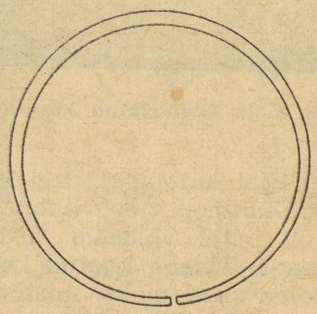
Joon. 81. Rõngaluku tüüpe.

Kahetaktilisel mootoril on väga oluline, et kolvirõnga lukk ei satuks sisse- või väljalaskekanali kohale, sest luku ots võib kinni haakuda ja kolvi edasiliikumisel murduda. Selle vältimiseks kinnitatakse kolvirõngad kindlasse asendisse, millega välditakse nende pöördumisvõimalus. Seda saavutatakse peamiselt väikese tihvti abil, mis kruvitakse kolviseinasse rõngaluku kohale (joon. 83). Neljataktilisel mootoril pole selline kolvirõngaste kinnitamine oluline, sest siin pole silindriseintes kanaleid, mille serva taha rõngalukk saaks haakuda.



Joon. 83. Tihvt kolvirõnga kohalhoidmiseks.

Kuna mootori töötamisel kolvirõngaski soojenedes paisub, tuleb külma rõnga asetamisel silindrisse jätta selle otste vahele paisumisvahe.



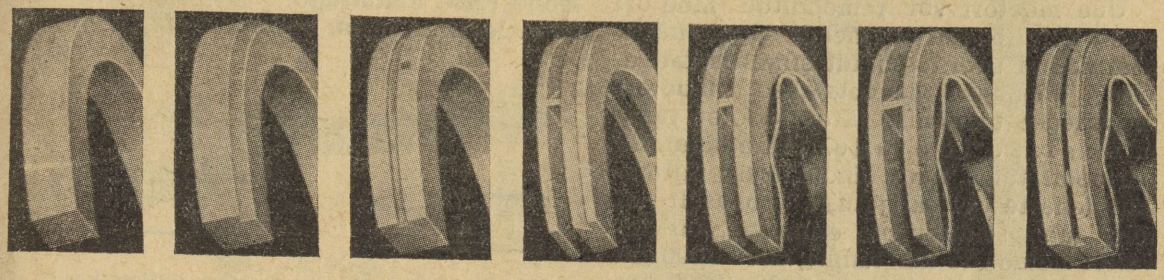
Joon. 84. Ekstsentriline kolvirõngas.

Paisumisvahe tehakse nii suur, et rõnga töötemperatuuril vahe lukus oleks 0,0006 kuni 0,0015 silindri läbimõõdust.

Omal ajal kasutati ka ekstsentrilisi rõngaid, s. o. rõngas oli luku vastaspoolel paksem kui luku kohal (joon. 84). See oli tingitud sellest, et rõngaste pealepanemisel ja mahavõtmisel need sageli murdusid just rõngaluku vastaspoolel. Pealegi oldi arvamisel, et luku suunas peenemaks muutuv ekstsentriline rõngas end ühtlasemalt surub vastu silindriseina. Praegusel ajal kasutatakse rõngaste mahavõtmiseks ja pealetõmbamiseks eritööriistu, millega on välditud rõngaste murdumine. Ühtlasi on osutunud, et kontsentrilised rõngad, s. o. ühtlase paksusega rõngad suruvad end oma terves ümbermõõdus täiesti ühtlaselt vastu silindriseina.

Malmist ja kergemetallist kolbidel kasutatakse erinevaid rõngaid; siinjuures tuleb arvestada malmi ja kergemetalli omadusi. Kuna kergemetall on pehmem, võetakse kergemetallkolbide jaoks rõngad, mille seina paksus on suurem, kuid rõngas on madalam.

muses oma vetruvust ja koosneb neljast õhukesest kihist. Tehas soovitab neid kasutada kulunud silindritega mootoris rõngaste vahetamisel. Need liibuvad hästi kulunud silindriseinale, mistõttu väheneb plahvatussurve kadu ning kulunud mootorilt saavutatakse suuremat võimsust.



1 2 3 4 5 6 7

Joon. 85. Kolvirõngaste tüüpe.

Alljärgnevas tabelis on toodud näitena kolvirõngaste mõõted malm- ja kergemetallkolbide jaoks.

Rõnga läbimõõt	Malmkolvi rõngas		Kergemetallkolvi rõngas	
	seina paksus	kõrgus	seina paksus	kõrgus
80 mm	3,00 mm	5 mm	3,25 mm	3,00 mm
100 mm	3,50 mm	5 mm	4,05 mm	3,00 mm
120 mm	4,00 mm	6 mm	4,85 mm	3,00 mm

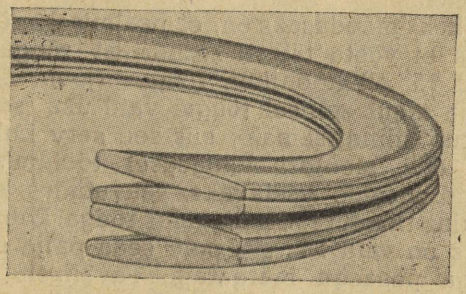
Viimaste aastate jooksul on paljude kolvirõngatehaste poolt lastud turule mitut tüüpi kolvirõngaid, mille eesmärk on mootori töötamise viimistlemine, plahvatussurve kao vähendamine ja õli ühtlane jaotamine silindriseinale. Joonisel 85 näeme järgmisi rõngatüüpe: 1) pealmine surverõngas, 2) surve- ja õlikraaperõngas, 3) õlijaotusrõngas, 4) õli- ja surverõngas, 5) ja 6) õlirõngad, 7) külmõli-rõngas. Neid rõngaid kasutatakse mitmes kombinatsioonis vastavalt mootori nõudeile.

Sõiduauto Gaz M-1 ja veoauto Gaz-AA mootorite kolbidel kasutatakse kolme kolvirõngast asetatuna kolvi ülemisele poolele. Nendest on kaks pealmist surverõngad ning kolmas õlirõngas.

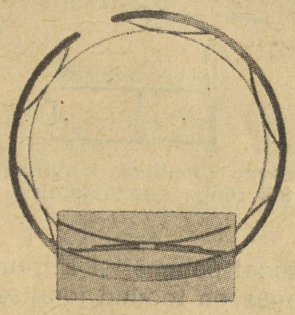
Veoauto Zis-5 mootori kolbidel on lisaks sellele kolvi juhtpinna alumises osas veel üks nn. külglöögi leevendusrõngas ja sõiduauto Zis-101 mootori malmkolvidel õlikraaperõngas juhtpinna alumises osas.

Joonisel 86 toodud rõngas on valmistatud erilisest terasest, mis ei kaota kuu-

Joonisel 87 toodud rõngas evib seespool õhukest terasrõngast, mille külge on kinnitatud terve rida üksikuid vedrusid. Need vedrud, toetudes rõngapesa põhjale, suruvad rõnga tugevasti vastu silindriseina. Sellega saavutatakse, et rõngas ka suurtel kolvikiirustel hoidub tugevasti vastu silindriseina, takistades gaaside läbipääsu.



Joon. 86. Teras-kolvirõngas.



Joon. 87. Terasvedrudega kolvirõngas.

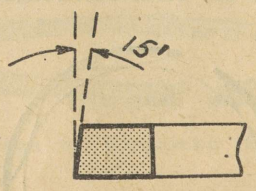
Ex bibl. u.t.

Ülemine rõngas töötab kõige raskemates tingimustes, sest see on kõige lähemal kuumadele gaasidele. Sageli valitakse see laiemana, et ta suudaks paremini soojust üle kanda kolvi ülemiselt osalt silindriseintele. Sellega hoidub kolvi põhi jahedam.

Uue mootori või remonditud mootori uued kolvirõngad ei tihenda algul hästi, sest nad ei sobi täielikult silindriseintele. Hea tihendus saavutatakse mootori mõneaegse töötamise järel. Mootor tuleb n. ö. sisse töötada. Sissetöötamise perioodil tuleb auto sõidukiirust piirata. Autotehaste ettekirjutuste kohaselt ei tohi auto sõidukiirus esimese 500 km vältel ületada 35 km/tunnis, 500—1000 km vahemikus 45 km/tunnis, 1000—2000 km vahemikus 55 km/t., kusjuures sissesõidu ajavahemikul tuleb mootoriõli vähemalt kolm korda vahetada, et mootorist välja viia kõik mahahõõrutud metalliosakesed. Alles peale 2000 km mahasõitmist sissesõiduperioodi kiirusega võib autoga arendada täiskiirust.

Et mootori sissetöötamise aega lühendada või võimaldada mootori sissetöötamise teostamist suuremal sõidukiirusel, on võetud kasutamisele mitmesuguseid viise kolvirõngaste kiiremaks sissetöötamiseks.

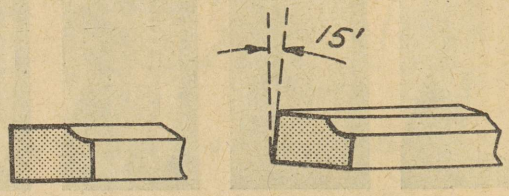
Üheks mooduseks on, et pealmiseks rõngaks ei võeta täiesti silindrilist rõngast, vaid 15′ all kooniline rõngas (joon. 88). Kuna algul sellisel rõngal vaid üks serv toetub silindriseinale, siis see serv kulutab end mootori lühiaegsel töötamisel silindriseinale vastavaks, saavutades kiiremini tiheduse. Kuna selle rõnga koonilisus on vaid 15′, siis pole seda palja silmaga peaaegu märgatagi. Tavaliselt on sellistel rõngastel pealmine pool märgitud.



Joon. 88. Vähene koonilisus kolvirõngal hõlbustab rõnga sissetöötamist.

Teine samal põhimõttel kiiremini sissetöötav rõngas on toodud joonisel 89. Vabana on see rõngas silindriline, kuid silindrisse kokkupigistatuna muutub kooniliseks ühekülgse sisemise väljalõike tõttu.

Rohkesti kasutatakse kolvirõngaste sissetöötamise kiirendamiseks, parendamiseks ja kulumisele vastupidavamaks muutmiseks nende katmist elektrolüütilisel teel kadmiumiga, tinaga, pliiga või mõne teise metalliga. Tinaga katmine on väga levinud ja on andnud häid tulemusi.



Joon. 89. Kolvirõngas sisemise väljalõikega.

Heaks abinõuks on kolvirõngaste oksüdeerimine. Oksüdeerimist teostatakse kõrges kuumuses lahtise tulega otsesel kokkupuutel või ahjus madalama temperatuuri juures veeauru pealejuhtimise teel. Oksüdeerimisel muutub rõnga väliskiht poorseks, mis tõstab selle õlitusomadusi ja oksüdeerimisel tekkiv tagikiht mõjub poleerimisvahendina, aidates kaasa rõnga sissetöötamisele. Puuduseks on see, et rõngad võivad kuumuse tõttu muuta oma algkuju.

Otstarbekohaseks on osutunud kolvirõngaste fosfateerimine, sulfideerimine ja mehaaniline katmine mõne ainega. Nende meetodite paremuseks on, et neid teostatakse normaaltemperatuuril.

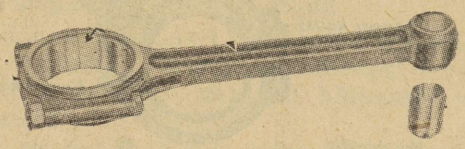
Fosfateerimisel kattub kolvirõnga välispind fosfiidkristallide õhukese (0,005 mm) kihiga, tekitades rõngale poorse välispinna, mis tõstab rõnga õlitusomadusi ja aitab tal kiiremini sobituda silindriseinale.

Sulfideerimiseks tarvitatakse peamiselt raudsulfiidi, mille kiht on kolvirõngal teataval määral plastiline, seega hõlpsasti sobituv silindriseinale vähesel mootori töötamisel. Selle tagajärjel teostub kolvirõngaste sissetöötamine kiiresti.

Mehaanilisel katmisel tarvitatakse peamiselt vesiklaasi või kunstvaike, lisades neile aineid, mis soodustavad nende liitumist ja püsimist kolvirõnga pinnal peale kuivamist, hoiavad katte poorsena rõnga õlitusomaduste tõstmiseks või annavad kattele iseõlitumisomadusi ja tõstavad ta soojusjuhtivust.

Keps

Keps ühendab väntvõlli kolviga ja kannab põlemisel silindris tekkiva plahvatussurve kolvilt üle väntvõllile, muutes väntvõlli abil kolvi sirgjoonelise edasitagasi liikumise pöörlevaks liikumiseks. Keps koosneb silmlaagrist, kepsusäärest ja põlvlaagrist (joon. 90).



Joon. 90. Keps.

Kepsud valmistatakse kas terasest või kergemetallist.

Teraskepse kasutatakse oma odavama hinna tõttu peamiselt veoautode mootoritel ja massiliselt valmistatavatel mootoritel.

Kaasaegsetes suurte pööretearvuga mootorites kasutatakse viimasel ajal enam kergemetallkepse — kas elektronist või duralumiinist, mis on kuni 40% teraskepsudest kergemad. Seega on kepsu inertsjõud väiksemad. Duralumiin on kerge metall, mis koosneb alumiiniumist, magneesiumist, vasest, mangaanist ja mõne teise metalli vähesest lisandusest. Erikaal 2,8.

Kepsusääre ristlõikepind on kas I- või O-taoline (joon. 91).

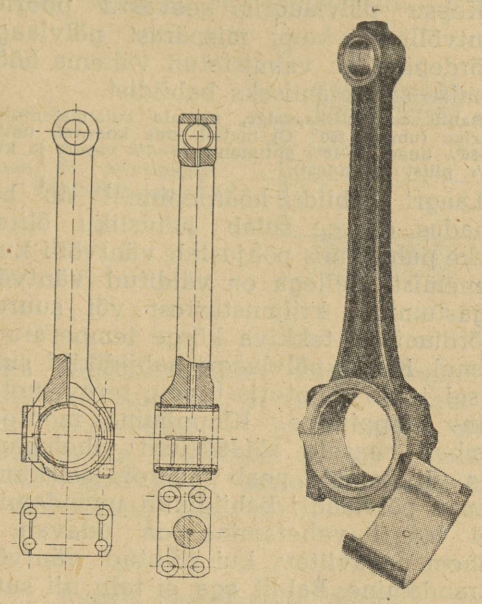
Mootori kõikidel kepsudel peab olema võrdne raskus, vastasel korral mootorikäik muutub ebaühtlaseks.

Enamikul kepsudest jäetakse kepsusäär töötlemata, sest selle raskus moodustab ainult 25% kogu kepsu raskusest; seega väike kepsusäärte raskuste erinevus pole kuigi mõõduandev. Seda suurema hoolega tehakse samade mootorite kepsu silmlaagrite kaalud omavahel ja põlvlaagrite kaalud omavahel ühesuguseks.

Erilist tähtsust evib kepsu teoreetilise pikkuse „*l*", s. o. silm- või põlvlaagri keskpunktide vahelise kauguse ja väntvõlli põlve raadiuse „*r*" suhe λ (kreekakeelne täht, loe lambda):

$$\lambda = \frac{l}{r} = \frac{\text{kepsu teoreetiline pikkus}}{\text{väntvõlli põlve raadius}}.$$

Mida suurem on λ, tähendab, mida pikem on keps, võrreldes väntvõlli põlve raadiusega, seda ühtlasem on mootorikäik ja seda väiksem on kolvi külgsurve silindriseinale.



Joon. 91. Kepsutüüpe.

Teisest küljest aga ei saa liiga pikka kepsu ehitada, sest pikema kepsu suureneva raskuse tõttu kasvab tema inertsjõud, mis muudab mootori töötamise ebaühtlasemaks ja kutsub esile kepsulaagrite ja kolvinaga suuremat kuluvust. Ka muutub mootor ehituselt kõrgemaks, mis teeb ta raskemaks ja kallimaks. Automootorite juures λ on 4,2 kuni 4,8; tähendab kepsu teoreetiline pikkus on 4,2 kuni 4,8 korda suurem kui väntvõlli põlve raadius.

Sõiduautode Gaz-11 ja Zis-101 mootoritel kasutatakse asümmeetrilisi kepse, s. o. kepsu põlvlaagri keskpunkt ei ühti kepsusääre keskjoonega. See võimaldab vähesel määral mootori üldpikkust vähendada, sest silindreid saab selliste kepsude kasutamisele võtmisel lähendada üksteisele.

Kepsulaagrid

Kepsu kolvipoolses otsas asetseb nn. silmlaager ja väntvõllipoolses otsas põlvlaager.

Silmlaager valmistatakse teraskepsudel peamiselt pronkspussina [1], mis surutakse tugevasti oma pesasse. Kuna pronkspuss talub tugevat pindsurvet (surve pinna

[1] Puss — nimetatud ka puks.

ühikule, kg/sm²), pealegi pöördub laager kolvinagal ainult väikese kaareosa võrra edasi-tagasi, siis võib silmlaager olla märksa väiksem kui kepsu põlvlaager.

Kepsu põlvlaagris seevastu pöörleb väntvõlli põlvtapp, mispärast põlvlaagri hõõrdepind on valmistatud vähema hõõrdumise saavutamiseks babiidist.

Babiit on hallikasvalge, madala sulamistemperatuuriga (umbes 250° C) metall, mis koosneb umbes 84—86% tinast, 7—10% antimonist, 5—7% vasest ja kuni 0,5% pliist (seatinast).

Laagri babiidi hõõrdepinnal on hea omadus, et see sulab juhusliku õlitusrikke puhul, mis põhjustab väntvõlli kuumenemist. Sellega on välditud väntvõlli vigastumine kriimustustest või suurest hõõrdumisest tekkiva kõrge temperatuuri toimel. Kepsu põlvlaagri babiidikihi sulamisel tekib mootoris tugev, terav metalliline kloppimine. Kloppimine mootoris tõmbab enesele sõidukijuhi tähelepanu, kes viivitamata peab mootori seiskama. Kepsu põlvlaagri babiidikihi uuendamine või laagri vahetamine on odavam ja vähem aegaviitev, kui rikutud väntvõlli parandamine. Babiit aga ei talu nii suurt pindsurvet (pehme metall) kui pronks, mispärast kepsu põlvlaagri kandepind peab olema märksa suurem kui silmlaagril.

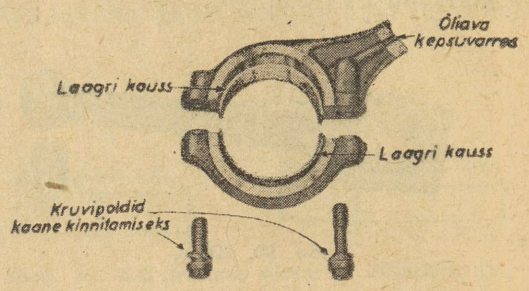
Kiirete pööretega mootoritel on silmlaager, mille pronkspuss on seest kaetud babiidiga, osutunud küllalt vastupidavaks.

Kergemetallkepsudel kasutatakse mitte pronksist, vaid elektronist silmlaagreid. Seda tehakse kerguse mõttes ja see on andnud häid tulemusi. Teraskepsudel ei saa kasutada elektronist pussi, sest need kaks metalli on liiga erineva paisumisega, mistõttu elektronist puss võib mootori töötamisel kuumenedes kolvinaga külge kinni jääda, tekitades mootori riket.

Silmlaagri ehitamine pussi näol on tingitud konstruktiivsetest kaalutlustest. Pealegi on kulumise puhul pussi kerge vahetada.

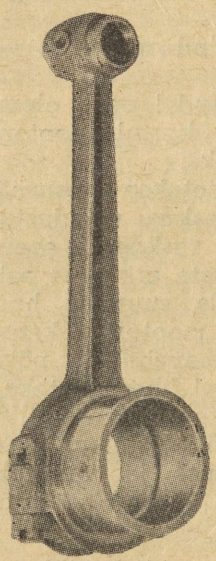
Kepsu põlvlaager koosneb kahest poolest: alus ja kaas (joon. 92). Kaas tõmmatakse kinni kahe või nelja kruvipoldiga. Ta peab olema niivõrd tugev, et kolbide sööbimisel mootor enne seisma jääb kui kaas puruneb. Põlvlaagris asetsevad kaks 2—3 mm paksusega pronks- või terasest liuda, millede hõõrdepinnad on kaetud babiidikihiga (vooderdisega). Kaane kinnituspoldid läbivad osaliselt pronksliudu, mistõttu need ei saa end paigast pöörata.

Mõned tehased kasutavad odavuse mõttes 2—3 mm paksusi laagriliudu üksi babiidist. See on andnud häid tulemusi väiksemate pööretearvuga mootoritel. Suurte pööretearvuga mootoritel sellised laagriliuad purunesid.



Joon. 92. Kepsu põlvlaager.

Kepsude kaalu vähendamiseks valmistavad mitmed autotehased kepse, mille põlvlaagril puuduvad laagriliuad. Sel puhul on babiidikiht otseselt valatud kepsu teraspõlvlaagri külge. Need on osutunud väga otstarbekateks, kuigi laagrite kulumise või vigastumise korral tuleb terve keps uuendada või lasta uue babiidikihiga katta. Et babiidikiht kinnituks kepsu põlvlaagri külge, tuleb laagripinnad enne babiidi valamist üle tinutada. Selliseid kepsu põlvlaagreid kasutatakse näiteks kõikidel Gaz- ja Zis-autode mudelitel.



Joon. 93. Kepsu põlvlaager babiidiga kaetud teraspussiga.

Üheks kepsude põlvlaagrite kuluvuse vähendamise meetodiks on ehitada need

mõlemalt poolt babiidiga kaetud õhukesest terasplekist liudadena (pussidena), mis asetatakse lahtistena väntvõlli tapile.

Neile sobitatakse kepsu põhilaager, mis aga pole kaetud babiidiga (joon. 93).

Seega tekib laagris libisemine kas väntvõlli tapi ja babiidist liudade vahel või kepsupea ja babiidist liudade vahel. Kui ühes libisemispinnas juhtub rikke tõttu kinnijäämine, võib laager teises libisemispinnas edasi töötada.

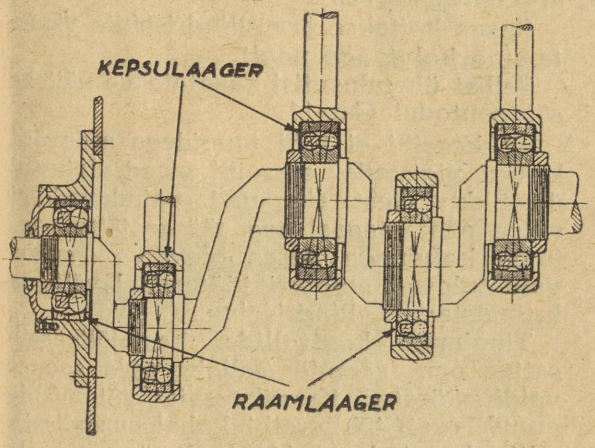
Sõiduautodel Gaz-11 kasutatakse ühelt poolt babiidiga kaetud õhukesest terasplekist laagriliudu, mis on hõlpsasti vahetatavad.

On tehtud katseid valmistada kergemetallist kepse, mille põlvlaager on ilma babiidita, kus kergemetall töötaks otseselt väntvõlli põlve tapil. See teeks kepsu valmistamise lihtsaks ja ka 35% võrra kergemaks.

Need laboratoorsed katsed on andnud lootusi, et tulevikus on võimalik mootoreid varustada selliste lihtsate ja kergete kepsudega.

Kiirete pööretega mootoritel oleks väga otstarbekas vähese hõõrduvuse tõttu kasutada kepsulaagritena kuullaagreid või rull-laagreid.

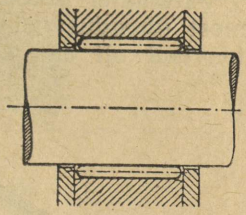
Raskusi teeb siin kuul- või rull-laagrite asetamine mitmesilindrilise mootori väntvõlli tappidele üle väntvõlli põlvede.



Joon. 94. Väntvõll kuullaagritel.

Seni on otstarbekohaseimaks lahenduseks väntvõlli tappide niivõrd suure läbimõõduga ehitamine, et selle kuullaagri sisemine võru läheb üle väntvõlli põlvede (joon. 94).

Mootorrätastel kasutatakse hea eduga kepsu põlvlaagriteks nõellaagreid. Need on vastupidavad plahvatuslöökidele, vähese hõõrdumisega ja vajavad vähe õlitamist. Autodel on nõellaagrite kasutamine kepsulaagritena veel katsetamise ajajärgus. Kuulide või rullide asemel on siin terasnõelad — pulgakesed, mille läbimõõt on 2½ kuni 3 mm ja pikkus 14—24 mm. Need asetatakse laagriliua ja tapi vahele (joon. 95).



Joon. 95. Nõellaager väntvõlli tapi.

Kepsu ühendamine kolviga

Kepsu ühendamiseks kolviga kasutatakse k o l v i n a g a ehk k o l v i s õ r m e (joon. 96). See kujutab seest õõnsat võllikut või toru, mille otsad asetsevad kolvi vastavates pesades. Kepsu silmlaager õõtsub kolvinagal. Plahvatussurve antakse kolvilt üle kepsule kolvinaga kaudu. Seepärast peab kolvinaga olema tugev, suurte inertsjõudude vältimiseks ühtlasi ka kerge, sest ta liigub ühes kolviga üles-alla.

Kolvinaga materjaliks tarvitatakse kõrgeväärtuslikku kroomnikkelterast. Selle välispind on tsementiiditud, mis teeb kolvinaga välispinna vastupidavaks kulumisele.

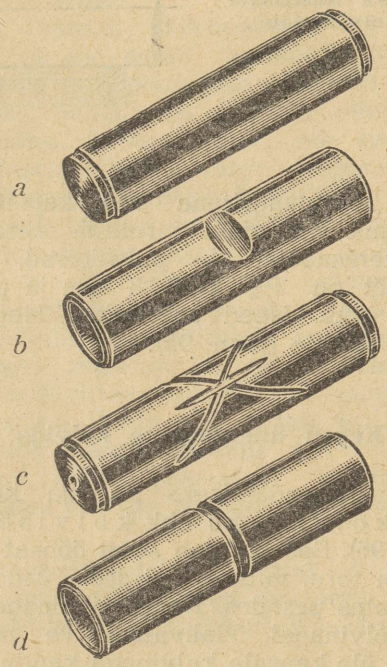
Tsementiitimine on terase pinna muutmine süsinikurikkamaks, mistõttu see muutub klaaskõvaks. Tsementiitimiseks asetatakse teras-ese söepulbriga kasti, mida kuumutatakse. Kõige parem on selleks kase- ja tammepuusüsi. Mida kauem tsementiiditavat eset kuumutatakse, seda paksemaks muutub eset kattev klaaskõva kiht. Et teada saada, kas ese on tsementiiditud või mitte, proovitakse teda viiliga. Viil ei jäta jälgi tsementiiditud pinnale, sest see on kõva. Söepulbri asemel tarvitatakse nüüd mitmesuguste kemikaalidega segatud söepulbreid, mis annavad paremaid tulemusi. Viimasel ajal teostatakse pinnalist karastamist elektriliselt.

Kepsu võib kolvinaga abil selliselt ühendada kolviga, et

1) keps on kinnitatud kolvinagale ja kolvinaga õõtsub vastavates kolvipesades (joon. 97);

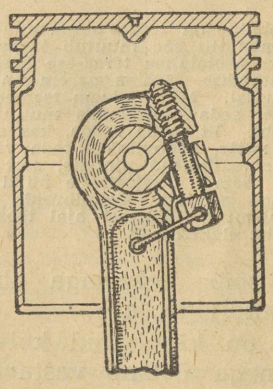
2) kolvinaga on kinnitatud oma pesadesse ja kepsu silmlaager õõtsub kolvinagal (joon. 98) ja
3) kolvinaga on lahtine kolvi vastavates pesades ja samuti kepsu silmlaager võib sellel õõtsuda (joon. 99).

Varematel automootoritel kasutati esimest ühendusviisi (joon. 97). Sel kinnitusviisil oli aga see puudus, et kui kinnituskruvi vähegi lahti põrus, kas mootori töötamisel või puuduliku kinnikeeramise tõttu peale mootori remontimist, tekkis igal plahvatuslöögil kolvinaga ja kepsu vahel löök, mis võis isegi hädaohustada mootorit.



Joon. 96. Kolvinagade tüüpe.

a — mõlemas otsas oleva vask-kübaraga;
b — kinnitatav kepsu silmlaagris poldiga, poldi kohal õnar, mis väldib sõrme pööramist kepsu silmlaagris (Zis-5);
c — õlisoontega, paremaks määrimiseks (vananenud tüüp);
d — soonega terastõkkerõnga jaoks (Gaz-AA, Gaz M-1, Kim-10).



Joon. 97. Kepsu kinnitusmoodus kolvinagal.

Ka teine ühendusviis (joon. 98) evib puudusi, mistõttu seda viimasel ajal palju enam ei kasutata. Kiirete pööretega mootoritel vabanesid kinnituskruvid ja kolvinagad pääsesid liikuma oma telje suunas, sattusid vastu silindriseina ja kriimustasid seda.

Praegu kasutatakse peamiselt kolmandat ühendusviisi (joon. 99), kus kolvinaga on pöörduv nii kolvinaga pesas kui ka kepsu silmlaagris. Sellejuures on kolvinaga kuluvus väiksem, sest kulumine on jaotatud kolvinaga pesale ja kepsu silmlaagrile. Juhul, kui kolvinaga sööbib kas kepsu silmlaagris või pesades, ei tee see takistusi mootori töötamisele.

Et kolvinaga ei kriimustaks silindriseina, asetatakse selle kumbagi otsa kas vasest või elektronist kübar (joon. 100).

Otstarbekohaseks on osutunud vetruvate terasest tõkkeseibide kasutamine. Selleks on kolvinaga pessa treitud soon. Tangidega pigistatakse tõkkeseib otstest kokku ja asetatakse kolvinaga pesas olevasse soonde (joon. 101). Tangide vabastamisel läheb tõkkeseib vetrudes soone sisse ning takistab kolvinaga edasi-tagasinihkumist kolvis.

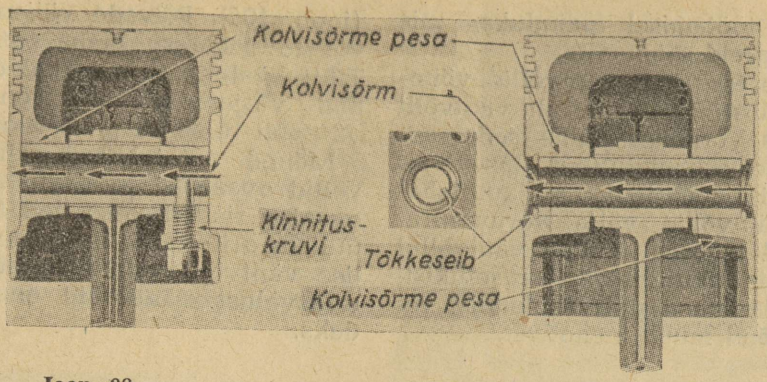
Seega hoitakse ära silindriseinte vigastamine kolvinaga poolt.

Sellist ühendusviisi kasutatakse näiteks sõiduautodel Gaz-11.

Tõkkeseibi ei tohi tangidega sedavõrd kokku pigistada, et seibi otsad ulatuvad ülestikku, sest siis nad painduvad, ei vetru enam tagasi ega jää seetõttu peatuma kolvinaga pesas olevasse soonde, vaid tulevad mootori töötamisel välja ja kriimustavad silindriseinu.

Tingimata kontrollida, kas tõkkeseib sattus oma soonde, selleks teda soones veidi pöörates. Kruvikeeraiat või mõnda muud eset tõkkeseibi kohalesurumiseks mitte kasutada, vaid ainult ümmarguste otstega tange.

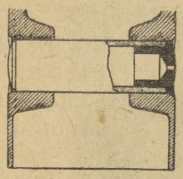
Sõiduautode Gaz M-1 ja Kim-10, samuti veoautode Gaz-AA mootorite kolvisõrmed on kaitstud külgnihkumise eest ühe terastõkkerõngaga, mis haarab ümber kolvisõrme keskel oleva soone ja asetseb kepsu silmlaagri soones (joon. 102).



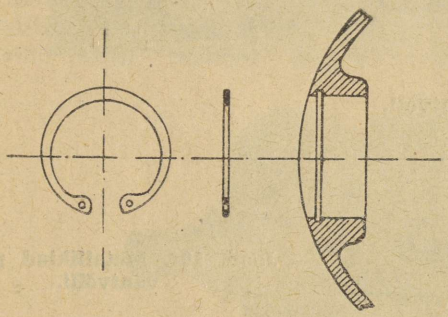
Joon. 98.

Joon. 99.

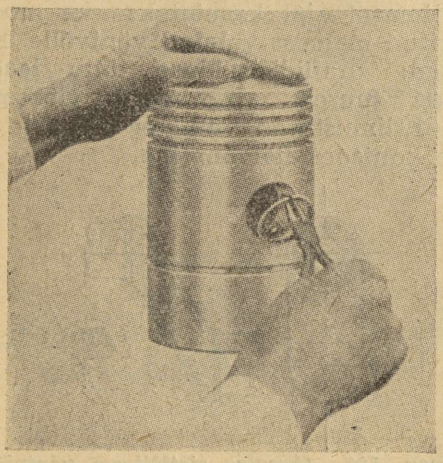
Kolvinaga kinnitusmooduseid.



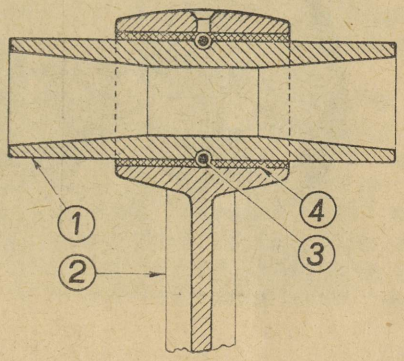
Joon. 100. Vasest kübar kolvinaga otsas.



Joon. 100-a. Kolvinaga tõkkeseib.



Joon. 101. Kolvinaga tõkkeseibi kohaleasetamine.



Joon. 102. Kolvinaga kinnitusviis Gaz M-1, Gaz-AA, Kim-10 automootoritel.

1 — kolvinaga, 2 — keps, 3 — tõkkerõngas, 4 — puss.

Väntvõll

Väntvõll ühes kepsudega muudab kolbide sirgjoonelise üles-alla-liikumise pöörlevaks liikumiseks, koondab kõikidelt silindritelt saadava jõu ja annab seda edasi sõiduki edastamiseks. Väntvõllil on iga silindri kohta üks põlv ja iga raamlaagri kohal tapp; tagumises otsas on tal äärik hooratta kinnitamiseks ja esiots kohandatud käivitusvändaga käivitamiseks (joon. 103).

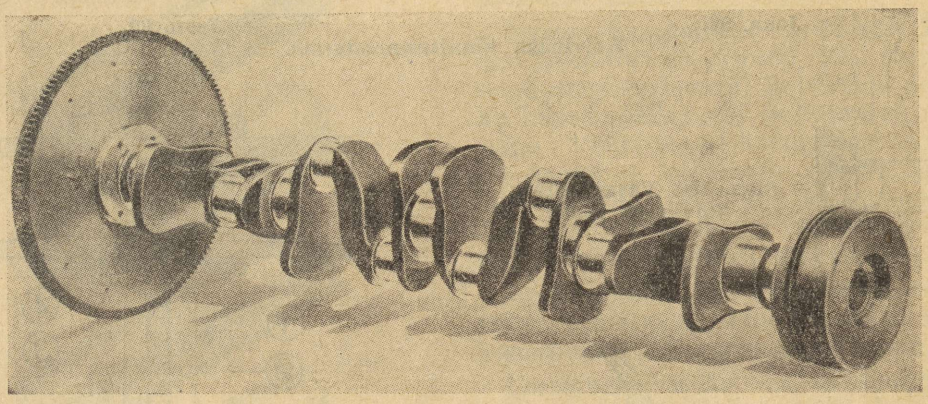
Eespool tutvusime väntvõlli põlvede nurkasukohtade mitmesuguste võimalustega, sõltuvalt silindrite arvust ja mootorikäigu sujuvusest. Mitmesilindrilise mootori väntvõll on oma mitme põlve tõttu, mis asetsevad mitmes eri tasapinnas, töötlemiseks keerukamaid mootoriosi. Pealegi vajab väntvõlli valmistamine erilist täpsust. Väntvõll valmistatakse parimast kroomnikkelterasest, et ta oleks suuteline taluma tuhandeid plahvatus-

lööke ega töötamisel painduks, mis mõjutaks laagreid sööbivalt.

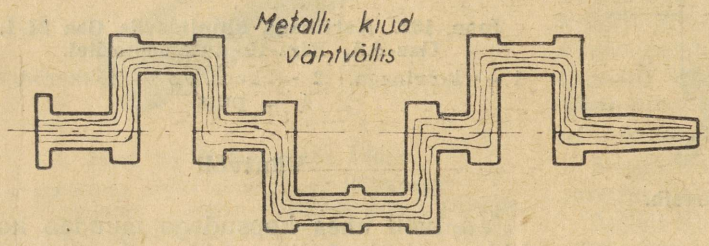
Enamasti pressitakse väntvõllid võimsate hüdrauliliste presside all väntvõlli kuju omavais vormides. Enne seda taotakse nad ette, et metallikiud oleksid pikuti väntvõlli (joon. 104). Osa autotehaseid taob väntvõllid välja auruvasaratega. Mõned tehased treivad väntvõllid jämedast silindrikujulisest terasetükist, puurivad välja lamedast terasplaadist või kasutavad mõnd muud menetlust.

(joon. 105). Põlvede välisnukid treitakse või töödeldakse maha, et võita kaalus. Tihti valmistatakse paled ovaalsetena. See väljatöötamisviis on kallim, kuid väntvõll tuleb kergem (joon. 106).

Mõned autotehased valmistavad väntvõllid ovaalsest teraslatist. Sel jäetakse ovaalse ristlõikega paled töötlemata. Ainult laagrite tapid treitakse parajaks. Sellise väntvõlli valmistamine on odav. Ka terasvalust väntvõllid on osutunud headeks.

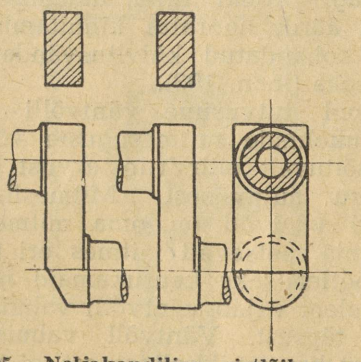


Joon. 103. Väntvõll.



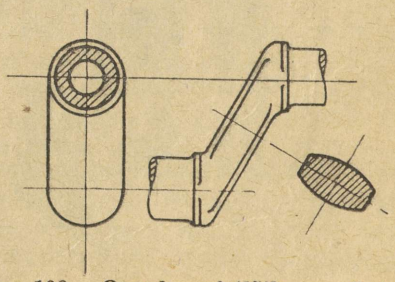
Joon. 104. Metallikiud pikuti väntvõlli.

Väntvõlli põlvede paled töödeldakse kõik ühtlasteks. Töö lihtsustamiseks valmistatakse need neljakandilise ristlõikega



Joon. 105. Neljakandilise ristlõikega väntvõlli põlve paled.

Viimasel ajal kasutatakse ka modifitseeritud malmist valatud väntvõlle. Paremused: grafiidisisalduse tõttu laagrite eluiga suurem, absorbeerib vibreerimised, kriimustused võllil ei põhjusta pingete kontsentratsiooni jne.



Joon. 106. Ovaalse ristlõikega väntvõlli põlve paled.

Valatud väntvõlli hüveks on see, et seda on palju lihtsam valmistada ning ta on seetõttu ka odavam, kuna jääb ära suur väntvõlli töötlemisega seotud töö, mis oma täpsuse tõttu on väga aegaviitev. Väntvõlli valamisel ei tarvitseta arvestada selle töötlemise võimalusi, vaid antakse väntvõllile kuju, mis on nii teoreetiliste kui ka praktiliste kaalutluste järgi otstarbekohaseim mootori maksimaalse võimsuse ja ühtlaseima käigu saavutamiseks.

Väntvõlli tasakaal

Mootori vaikne ja rappumisvaba töötamine oleneb hästi tasakaalustatud väntvõllist. Väntvõll peab olema tasakaalustatud nii staatiliselt kui ka dünaamiliselt, s. o. väntvõll peab olema tasakaalus nii paigalseismisel kui ka pöörlemisel.

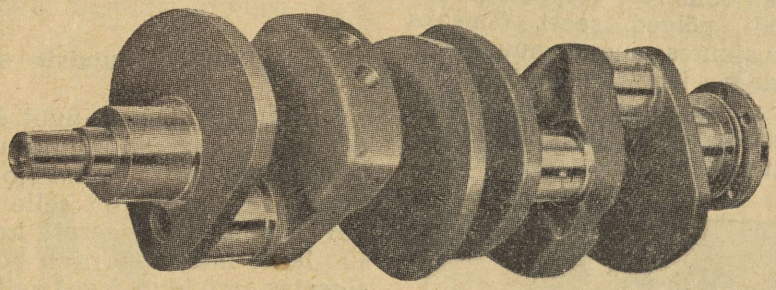
Hästi tasakaalustatud väntvõlli eeltingimuseks on, et selle raskus pöördtelje ümber oleks jaotatud ühtlaselt.

Staatiliselt tasakaalustatud võlli all mõistame võlli raskuse sellist jaotust, kus kahele teravale pukile asetatud võll ei hakka iseenesest pöörduma, ükskõik mis asendisse me ta pukile paigutaksime (joon. 108 *a*). Kui võlli mingi koht on raskem kui teised (joon. 108 *b*), siis pole võll staatiliselt tasakaalus ja hakkab raskuse mõjul pukil iseenesest pöörduma, kuni raskeim koht on end alla pööranud.

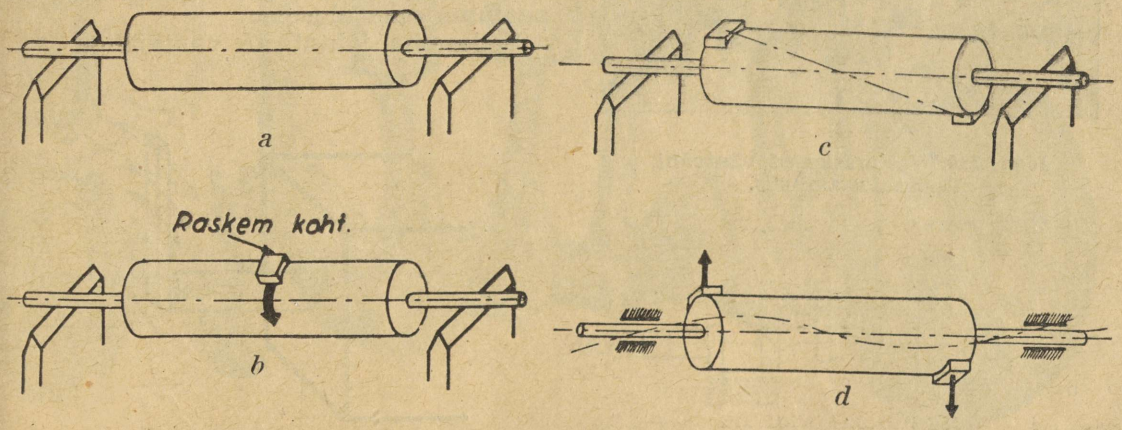
Kui staatiliselt mittetasakaalus väntvõll pöörleb, tekitab raskeima koha tsentrifugaaljõud väntvõlli vibreerimist, mis mõjutab halvasti väntvõlli laagreid ning paneb kogu sõiduki vibreerima. See vibreerimine põrutab pikapeale lahti autokere ja šassii ühendused ja on autos istujaile ebamugav taluda.

Kui võll on staatiliselt tasakaalus, ei tähenda see veel, et võll on tasakaalus ka dünaamiliselt, s. o. pöörlemisel.

Näiteks kui võllil on kaks võrdse raskusega kohta, mis asetsevad küll diametraalselt vastastikku, aga teine teisel pool võlli otsas (joon. 108 *c*), siis on võll staatiliselt täiesti tasakaalus, sest need raskused tasakaalustavad end igas võlli asendis. Kui aga sellist võlli lasta pöörelda, tekitab kumbki raskus tsentrifugaal-



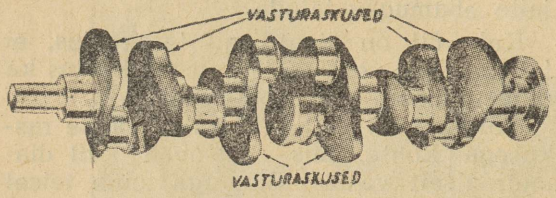
Joon. 107. Terasvalust väntvõll.



Joon. 108. Väntvõlli tasakaalustamine.

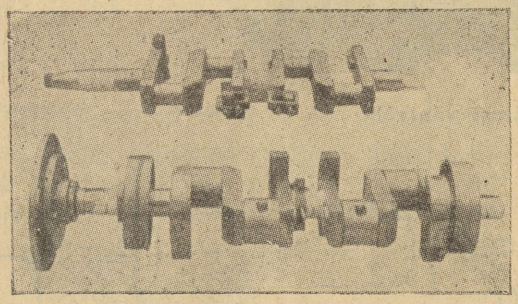
jõu, mis püüab võlli painutada (joon. 108 *d*). See on dünaamiline tasakaalutus. Väntvõlli dünaamiline tasakaalutus väljendub mootori vibreerimises, mille tulemuseks on laagrite kiire kulumine, mootori võimsuse vähenemine laagrite suurendatud hõõrdumise tõttu ja mootori mittevaikne, ebaühtlane käik.

Väntvõlli tasakaalu mõjutavad omalt poolt veel mootori edasi-tagasi liikuvate osade (kolbide, kolvirõngaste, kolvinaga, kepsu) inertsjõud ja ümber väntvõlli pöörleva kepsu-põlvlaagri tsentrifugaaljõud.

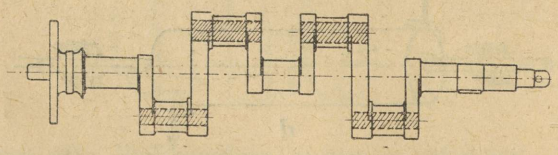


Joon. 109. Tasakaalustatud väntvõll.

Väntvõlli tasakaalustamiseks kinnitatakse väntvõllile põlvede vastassuunas vasturaskused (joon. 109, 110) või puuritakse väntvõlli põlved seest õõnsaks (joon. 111), kusjuures augud puuritakse vajadust mööda kas jämedamad või peenemad. Sellega mõnikord väntvõll kaotab küll oma staatilise tasakaalu, kuid võidab dünaamilises tasakaalus, mis on olulisem.

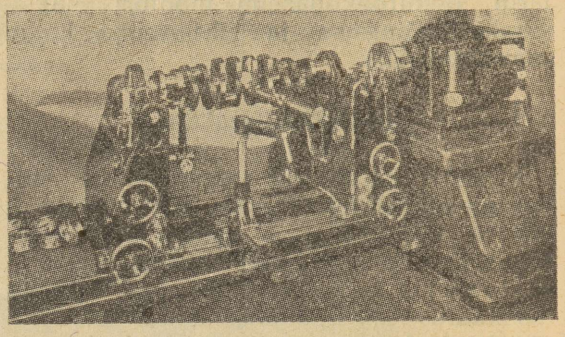


Joon. 110. Vasturaskused väntvõlli tasakaalustamiseks.



Joon. 111. Õõnsaks puuritud väntvõlli tapid.

Mootori väntvõlli tasakaalustamine toimub teoreetiliste arvutuste alusel. Enne väntvõlli asetamist mootorisse kontrollitakse neid eripinkidel nii staatilise kui ka dünaamilise tasakaalu suhtes (joon. 112) ja tehakse seejuures tarviduse korral vastavaid parandusi raskuste juurdelisamisega või mahavõtmisega.



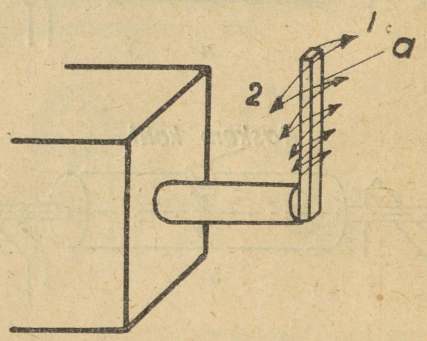
Joon. 112. Väntvõlli tasakaalu kontrollpink.

Sõiduautode Gaz-11, Kim-10 ja Zis-101 mootorite väntvõllid on vasturaskustega tasakaalustatud.

Väändevõnkumiste summuti.

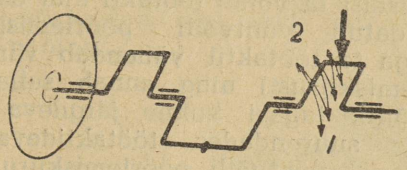
Kujutleme elastset (näit. kummist) võlli, mis ühe otsaga on kinnitatud seina külge, kuna teine ots on vaba (joon. 113). Vaba otsa keeramiseks on selle külge kinnitatud hoob *a*. Kui keerata hooba seisu 1 ja siis lahti lasta, pöördub hoob tagasi oma algseisu, möödub isegi sellest ja paiskub hoo tõttu edasi seisu 2. Sealt alates kordub edasi-tagasi võnkumine üha väheneva võnkeulatusega, kuni hoob jääb peatuma oma algseisu.

Sedasama juhtub ka väntvõlliga.



Joon. 113. Kustuv väändevõnkumine.

Väntvõlli põlv, mida võib võrrelda eespool kirjeldatud elastse võlli hoovaga, hakkab plahvatuslöögi mõjul samuti võnkuma hooratta suhtes, kuigi see võnkumine on imeväike väntvõlli materjali — terase — jäikuse tõttu. Kuna mootori töötamisel plahvatuslöögid järgnevad üksteisele pidevalt, siis võib teatud pööretel juhtuda, et iga järgnev plahvatuslöök tabab väntvõlli põlve sel hetkel, kui see on tagasi võnkumas seisust 2 seisu 1 (joon. 114), seega iga järgnev plahvatus-



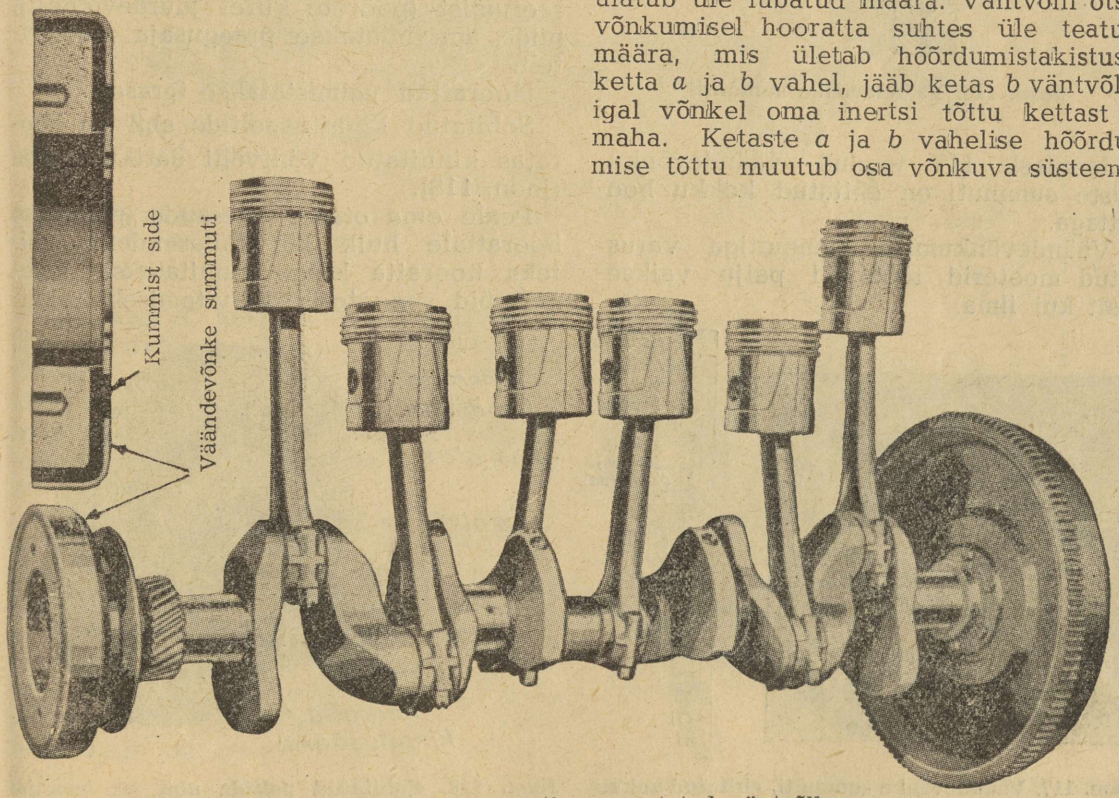
Joon. 114. Suurenev võnkumine kriitilistel pööretel.

löök suurendab väntvõlli põlve võnkeulatust. Seda mootori pööretearvu, mis resoneerib väntvõlli põlve võnkumisega, nimetatakse kriitiliseks pööretearvuks. Mootori kriitiliste pööre te juures võib juhtuda, et väntvõlli väändevõnkumine muutub niivõrd suureks, et väntvõlli materjal ei suuda sellele vastu pidada ja puruneb. Mootori väntvõlli pöörded võivad olla kriitilised mitte ainult ühe teatava pööretearvu läheduses, vaid mitme omavahel kordarvudena erinevate pööretearvu läheduses. Sellest tekkiv väändevõnkumine on seda suurem, mida pikem on väntvõll.

Väändevõnkumise ulatuse vähendamiseks asetatakse hooratta vastaspoolsele väntvõlli otsale nn. väändevõnke summuti (joon. 115). See ei hävita küll täielikult väntvõlli väändevõnkumisi, vaid hoiab neid lubatavais piires.

Väändevõngete summuteid ja nende töötamise printsiipe on mitu. Joonisel 116 on kujutatud hõõrdumise printsiibil töötav väändevõnke summuti, mis koosneb kahest osast. Osa *a*, mis ühtlasi on ventilaatori rihma vedaja, on väntvõllile kinnitatud kiiluga. Selle rummul istub kaks ketast *b*, mida vedru *c* surub lahti, tekitades ferodooketaste *d* abil hõõrdepidu osade *a* ja *b* vahel. Polt *e* hoiab kettaid *b* teineteise suhtes pöördumast, mis viiks vedrud *c* kiiva.

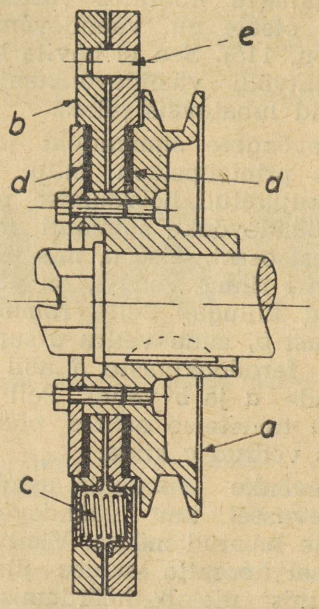
Väändevõnke summuti astub ainult siis tegevusse, kui väändevõnkumine ulatub üle lubatud määra. Väntvõlli otsa võnkumisel hooratta suhtes üle teatud määra, mis ületab hõõrdumistakistuse ketta *a* ja *b* vahel, jääb ketas *b* väntvõlli igal võnkel oma inertsi tõttu kettast *a* maha. Ketaste *a* ja *b* vahelise hõõrdumise tõttu muutub osa võnkuva süsteemi



Joon. 115. Väändevõnke summutiga varustatud väntvõll.

võnkumisenergiat soojuseks sellisel määral, et võnkumine ei muutu võllile ohtlikuks.

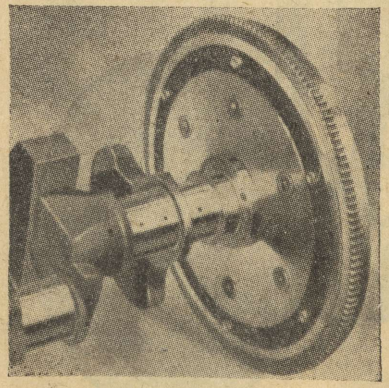
Joonisel 115 toodud väändevõnkumiste summuti koosneb kahest teraskettast, mis on kokku vulkaniseeritud kummiga. Kummi elastsuse tõttu on sisemisel kettal võimalus väändevõnkumisi leevendada.

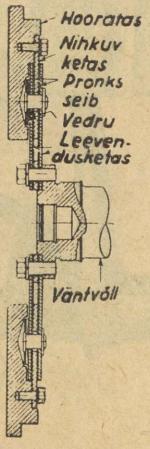


Joon. 116. Väändevõnke summuti.

Joonisel 117 toodud väändevõnkumiste summuti on ehitatud kokku hoorattaga.

Väändevõnkumiste summutiga varustatud mootorid töötavad palju vaiksemalt kui ilma.





Joon. 117. Väändevõnke summuti, ehitatud kokku hoorattaga.

Nõukogude Liidu autodest on väändevõnkumiste summutiga varustatud sõiduautod Gaz-11 ja Zis-101.

Hooratas

Nagu juba eespool on nimetatud, on hooratta ülesanne aidata kaasa mootori töötamise ühtlustamiseks ja viia kolb üle surnudpunktide.

Hooratas ühtlustab mootori töötamist järgmiselt: ta võtab töötakti ajal endasse kiirendatud väntvõlli pöörlemishoogu (millega ta töötaktil vähendab väntvõlli pöörlemiskiirust) ning annab selle hoo väntvõllile tagasi kolme järgneva takti vältel, suurendades töötaktidevahelist vähenevat väntvõlli pöörlemiskiirust.

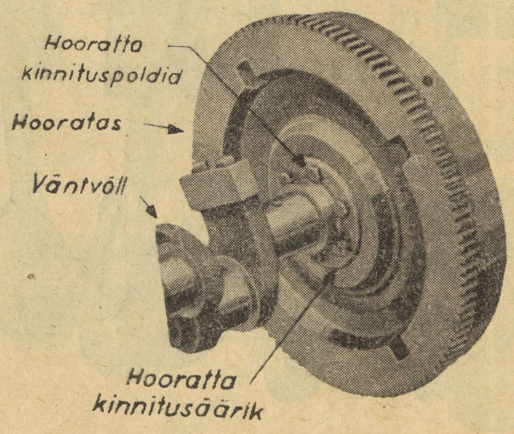
Mootori käiguühtlus sõltub hooratta raskusest ja läbimõõdust. Mida suurema läbimõõduga ja mida raskem on hooratas, seda ühtlasem on mootorikäik.

Mitmesilindrilistel mootoritel, kus mootor töötab niigi ühtlaselt seetõttu, et üksikute silindrite töötaktid katavad teiste silindrite töötaktide vaheaegu, püütakse hoiduda hooratta liigsest raskusest, sest hooratas takistab mootori kiiret aktselereerumist (pöörete kiiret juurdevõtmist), mida aga nõutakse praegusaja mootoritelt.

Hoorattad valmistatakse terasest.

Sobitatud kinnituspoltide abil on hooratas kinnitatud väntvõlli ääriku külge (joon. 118).

Peale oma otsese ülesande pannakse hoorattale hulk kõrvalülesandeid, näiteks hooratta külge kinnitatakse hammaspöid mootori käivitamiseks käi-



Joon. 118. Sobitatud poltide abil on hooratas kinnitatud väntvõlli ääriku külge.

vitiga, sidur — jõu ülekandmiseks mootorilt, õhkjahutusmootoritel — ventilaator jne.

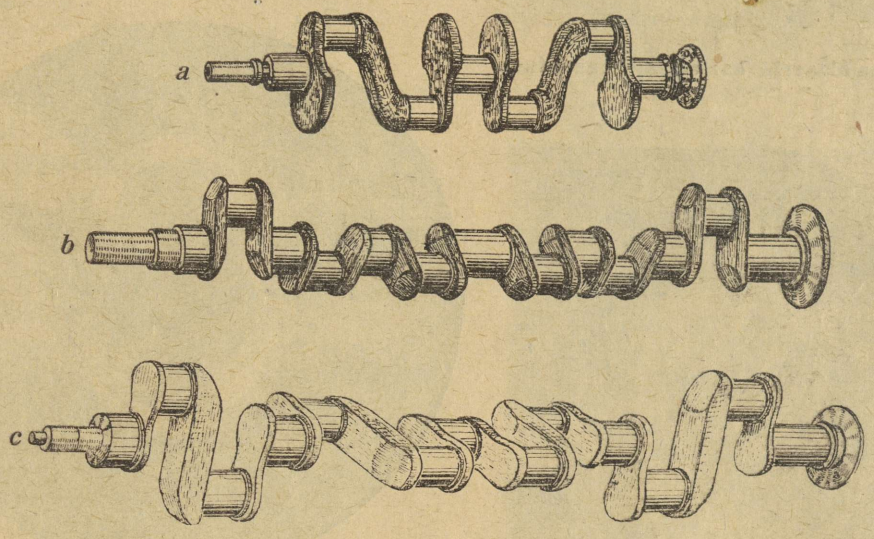
Raamlaagrid

Väntvõll pöörleb raamlaagreis, mis asetsevad karteris kinnitatuna karteri ülemise poole külge. See võimaldab nii raam- kui ka kepsulaagreile ligipääsu peale õlipanni mahavõtmist, ilma et oleks vaja mootori laagrite iga väikese rikke kõrvaldamiseks lahti monteerida kogu mootorit.

võlli teljesuunaliste jõudude vastuvõtmiseks, mis tekivad näiteks siduri lahutamisel. Selleks omab vastav raamlaager babiidiga kaetud äärikut.

Autode Gaz-AA, Gaz M-1, Kim-10 ja Zis-5 mootoritel on selleks laagriks tagumine raamlaager, Zis-101 mootoril — keskmine laager ja Gaz-11 mootoril — eesmine laager.

Viimasel ajal hakatakse raamlaagreina kasutama kuullaagreid, peamiselt suurte pööretearvuga mootoritel. Kuullaagrite hõõrdumine on väiksem, seega läheb hõõrdumisel mootori võimsusest vähem

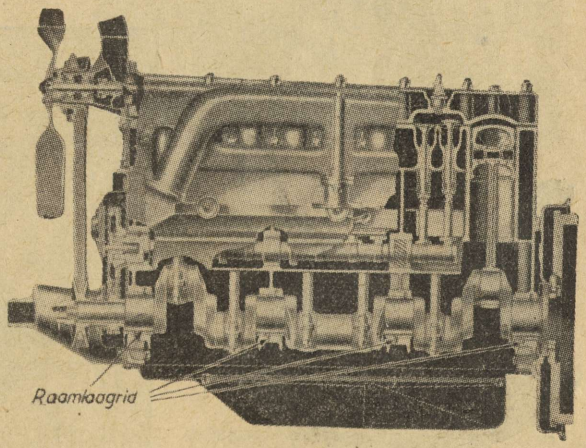


Joon. 119. Väntvõllide tüüpe.
a — mootoril Gaz M-1 — 4 sil., *b* — mootoril Gaz-11 — 6 sil., *c* — mootoril Zis-101 — 8 sil.

Raamlaagrid sarnanevad kepsulaagritega. Väntvõll toetub laagri kaanele, mis tõmmatakse poltide abil karteri põhjas asetseva laagripoole vastu (joon. 122). Laager ise koosneb hõlpsa vahetamise teostamiseks kahest babiidikihiga kaetud pronksliuast.

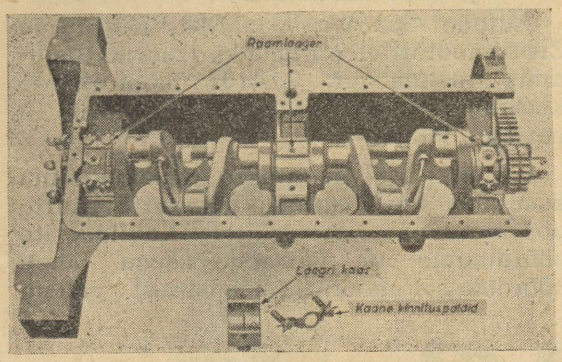
Gaz-AA ja Gaz M-1 mootorite raamlaagrid ei oma eraldi babiidiga kaetud liudu, vaid babiit on otseselt valatud raamlaagri teraskerele. Gaz-11, Kim-10 ja Zis-101 mootorite raamlaagrid omavad babiidiga kaetud terasliudu. Zis-5 mootori raamlaagrid omavad liudu ainult plokipoolsel raamlaagri poolel, kuna laagri kaas on otseselt kaetud babiidikihiga.

Üks raamlaagreist on määratud vänt-

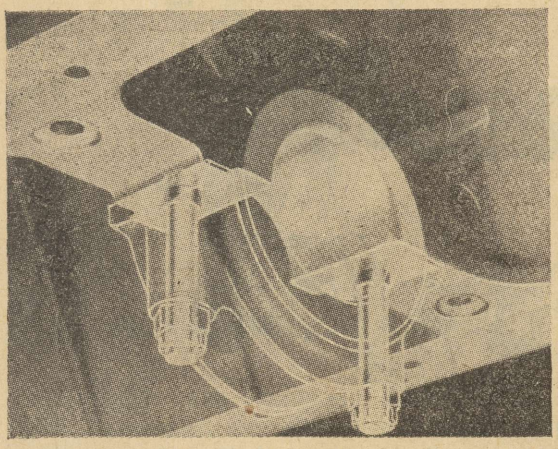


Joon. 120. 6-silindrilise mootori väntvõll neljal raamlaagril.

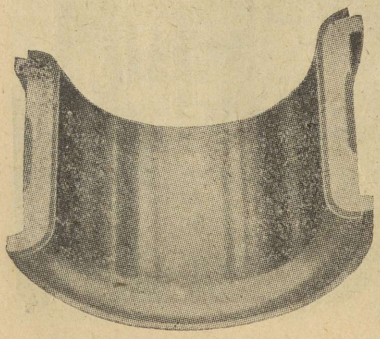
kaotsi. Peale selle lihtsustab kuullaagrite tarvituselevõtt mootori remonti tunduvalt.



Joon. 121. Raamlaagrid karteri alt vaadatuna.



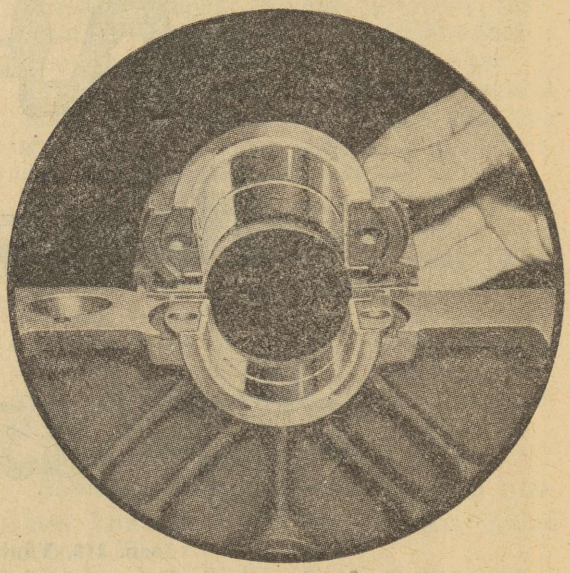
Joon. 122. Raamlaager.



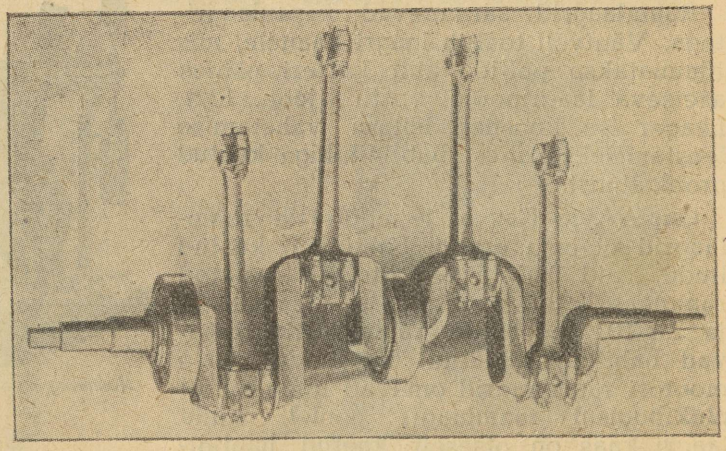
Joon. 123. Laagri pronksliud, kaetud babiidist kihiga

Joonisel 125 näeme neljasilindrilise mootori väntvõlli kolmel kuullaagril. Kuullaager valitakse niivõrd suure läbimõõduga, et see oma sisemiselt läbimõõdult mahub üle väntvõlli põlve palede. Et piirduda väiksema läbimõõduliste raamlaagritega, kasutavad mõned autotehased mitmest üksikust osast koosnevaid väntvõlle, mis kruvitakse kokku peale kuullaagrite asetamist tappidele (joon. 126).

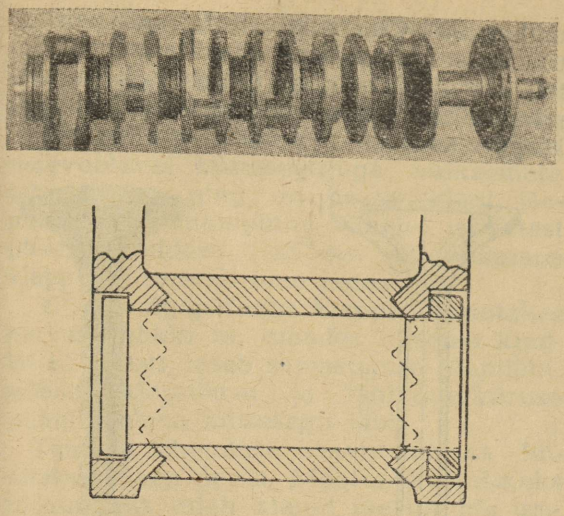
Hoorattapoolne raamlaager on pikem kui teised, sest ta peab peale jõu ülekandmise vastu võtma ka hooratta raskust.



Joon. 124. Raamlaager.



Joon. 125. Neljasilindrilise mootori väntvõll kolmel kuullaagril.



Joon. 126. Väntvõll, mis koosneb mitmest osast.

Gaasijaotuse mehhanism

Gaasijaotuse mehhanismi töötamist selgitame külgklappidega mootoril kui enimlevinud mootoritüübil. Gaasijaotuse mehhanism koosneb järgnevatest osadest:

1) Klapp liigub oma juhtpussis üles ja alla, avades või sulgedes kanalit.

2) Klapivedru surub klappi klapipesale.

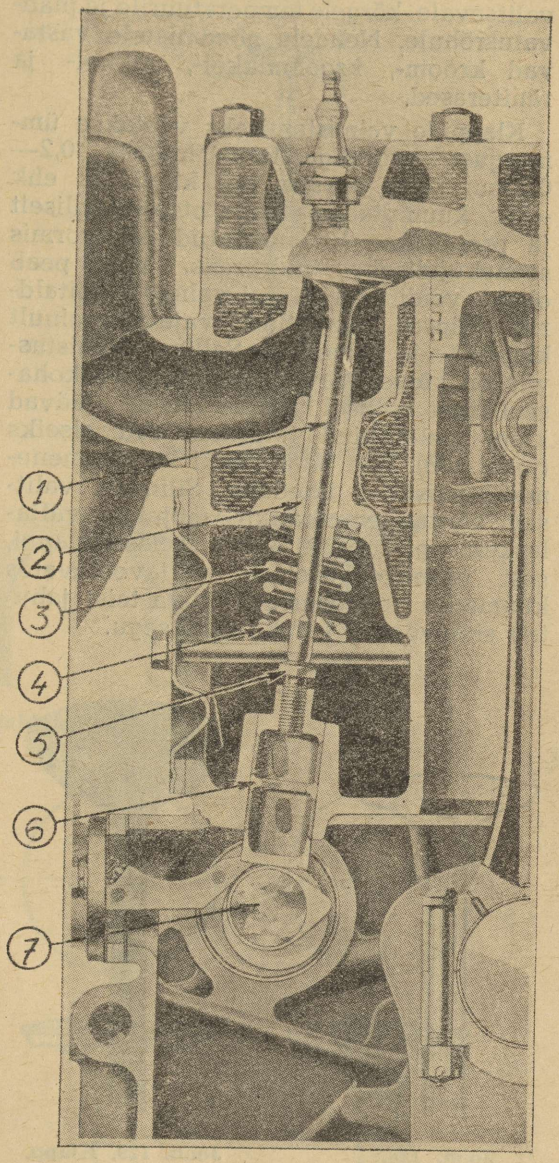
3) Jaotusvõll ehk nukkvõll avab oma tõstenukkide abil klappe.

4) Klapitõukur vahendab tõste jaotusvõlli nukilt klapile.

Gaasijaotuse mehhanism töötab järgmiselt. Jaotusvõll surub pöördumisel oma nukiga tõukuri üles. Tõukur surub tõustes klapivedru kokku ning tõstab klapi üles, avades klapiava (joon. 127). Jaotusvõlli edasipöördumisel möödub nukk tõukuri alt, mis võimaldab klapivedrul, mille üks ots toetub mootori plokile ja teine klapivedru taldrikule, tõukurit alla suruda ning klappi sulgeda.

Et mootori töötamisel, kus klapp liigub pidevalt üles ja alla, klapi varras ei kulutaks mootoriplokki kohal, kus see läbib ploki, asetatakse sinna klapivarda juhtpinnaks ja klapi tsentreerimiseks klapipuss (joon. 127). See valmistatakse tavaliselt malmist ja pressitakse oma kohale.

Viimasel ajal kasutatakse ka klapipusse, mis on valmistatud grafiitisisaldavast materjalist. Seega on need pussid osaliselt iseõlituvad ning poie nii tundlikud puuduliku õlituse suhtes.



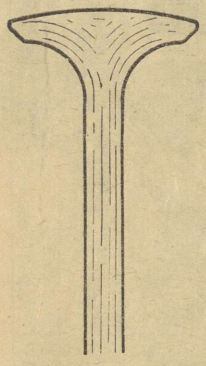
Joon. 127. Gaasijaotuse mehhanism.
1 — klapp, 2 — klapijuhtpuss, 3 — klapivedru, 4 — klapivedrutaldrik, 5 — paisumisvahe reguleerimiskruvi, 6 — tõukur, 7 — jaotusvõll.

Klapid

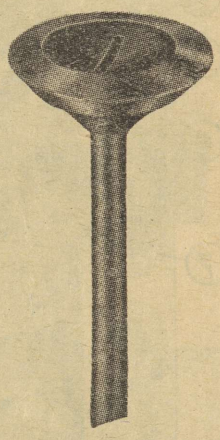
Olukord, milles klapid peavad töötama, seab nendele erakordsed nõuded. Klapp peab olema täiesti tihe; vastasel korral läheks osa plahvatusrõhku asjata

kaduma, samuti ei surutaks surutaktil küttesegu tarvilikul määral kokku. Klapp peab olema vastupidav silindris valitsevale kõrgele temperatuurile ja plahvatusrõhule. Nendele nõudmistele vastavad kroom-, kroomnikkel-, nikkel- ja räniterased.

Klappide valmistamiseks võetakse ümmarguse profiiliga teras umbes 0,2—0,3 mm võrra paksem kui klapivars ehk -säär, kuumutatakse selle ots elektriliselt ja pressitakse kuumendatud ots vormis seenekujuliseks taldrikuks, mis peab olema veidi suurem kui valmis klapitaldrik. Täpset viimistlust vajavad ainult klapisäär ja sulgepind. Selline valmistusviis on kõige odavam ning otstarbekohasem, sest sellisel valmistamisel jäävad klapi metallikiud taldrikus radiaalseiks (joon. 128). See jätab klapi ka kuumenemisel paisudes tihedaks. Silindris valitsev kõrge temperatuur mõjutab väljalaskeklappi rohkem kui sisselaskeklappi, sest esimene asetseb väljavoolavates kuumades heitegaasides, kuna teist jahutab sissevoolav värske küttesegu.



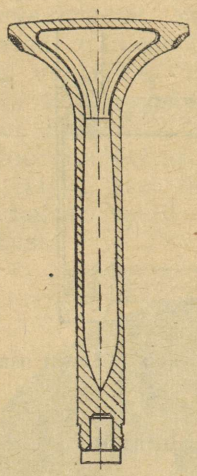
Joon. 128. Metallikiud klapis.



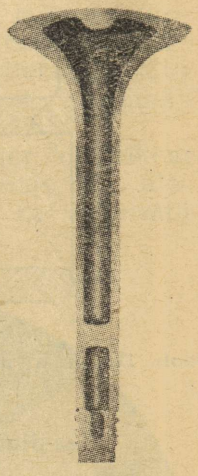
Joon. 129. Klapp.

Väljalaskeklapi temperatuur on umbes 500°—800° C tema taldriku kohal mõõdetuna. Klapi soojus antakse jahutusveele üle sulgepinna ja klapivarre ning juhtpussi kaudu.

Suurte pööretearvuga mootorite (võidusõiduautod) klapid tehakse seest õõnsad kerguse saavutamiseks (joon. 130). Uhtlasi asetatakse õõnde mõnda soola, näit. naatriumi, mis kuumenedes umbes 90° C-ni sulab. Sula sool paiskub töötamisel klapi sees edasi-tagasi ja jaotab sel viisil soojust ühtlaselt kogu klapile. Kasutatakse ka vasksüdamikuga klappe soojuse paremaks juhtimiseks.

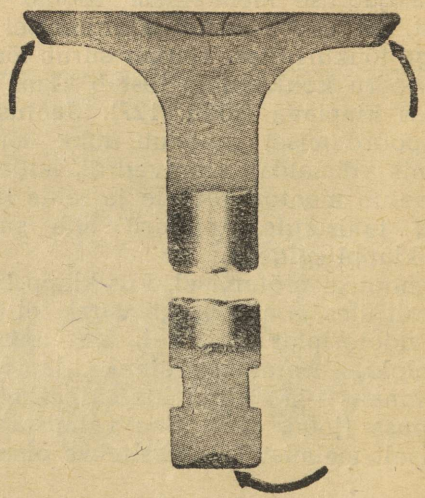


Joon. 130. Õõnes klapp. täidetud naatriumiga.



Joon. 131. Klapp vasksüdamikuga.

Et teha klappe vastupidavateks kõrgele temperatuurile, kulumisele ja löökidele, katavad mõned automootorite klappide tootjad klapi sulgepinna ja klapivarre otsa stelliidiga (joon. 132), mis on kõvemaid metallisulamitest. Stelliit keevitatakse klapi külge. Need klapid ei vaja nii sagedat lihvimist kui tavalised klapid. Neid kasutatakse peamiselt kiirete pööretega mootoritel.



Joon. 132. Klapp, mille tihenduspind ja varre ots on kaetud stelliidiga.

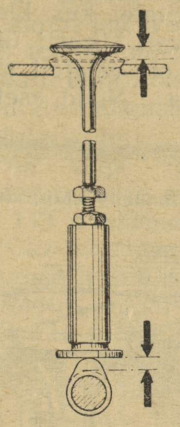
Klapitaldrik ja klapipesa

Nagu praktilised katsed näitavad, on kõige otstarbekohasem selline klapitaldrik, mille sulgepind on 45° all. See juhib sissevoolavat küttesegujuga väiksemate takistustega ning on heaks klapi isepuhastajaks sulgepinna vahele jäävatest põlemisjääkidest. 45°-se sulgepinnaga klapp tsentreerub oma pesas hästi.

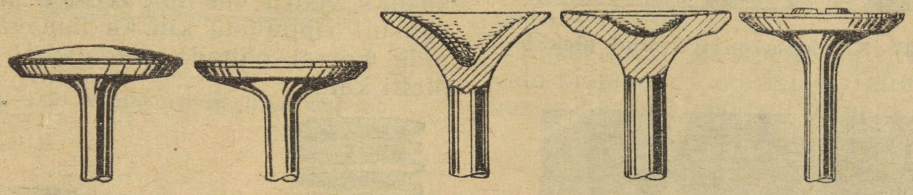
30°-se sulgepinnaga klappi kasutatakse harvem, ehkki ta, omades niisama kindlat tihendust, laseb samasuguse klapiläbimõõdu, klapitõusu ja läbivoolukiiruse puhul rohkem küttesegu läbi.

Täieliku tihenduse saavutamiseks lihvitakse klapp pessa. Mootori korralikuks töötamiseks tuleb klapid üle lihvida umbes iga 15 000 km autosõidu järel. Klapi sulgepinna laius on 1,5—2,5 mm. Kitsam jahutusvette ja oleks kulumise poolest vastupidavam.

Vanematel väiksemate pööretearvuga



Joon. 134. Klapi tõus.



Joon. 133. Klapitaldriku tüüpe.

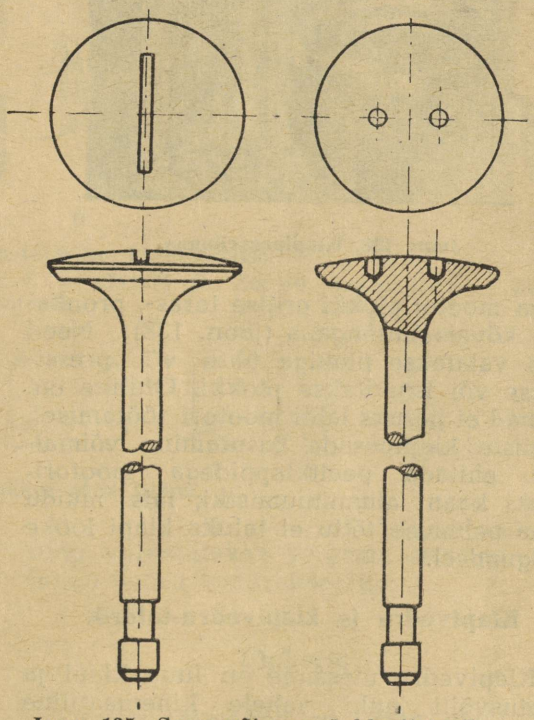
või laiem sulgepind ei anna head tihendust. Lai sulgepind võimaldab tahmal koguneda klapi ja pesa vahele, mis muudab klapi ebatihedaks. Kitsas sulgepind aga lõikab tekkiva tahmakihi katki, puhastades end selliselt ise.

Mootori suurema võimsuse saavutamiseks on nõutav, et mootori silindrite täiteaste oleks võimalikult suur. Suure täiteastme saame, kui küttesegu sissevoolukiirus on väike, tähendab, sisselaskeklapp peab olema võimalikult suure läbimõõdu ja tõusuga. Klapi tõusuks nimetame kõrgust, mille võrra jaotusvõlli nukk kergitab klappi (joon. 134).

Küttesegu läbivoolukiirus võib olla 40—45 m/sek. 2000 pöörde puhul minutis ja 80—90 m/sek. 4000 pöörde puhul minutis.

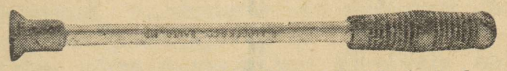
Lihvimiseks on klapitaldrik varustatud kas aukudega või soonega (joon. 135).

Kui neid pole ette nähtud, võib lihvimist teostada kummist imihaaritsaga (joon. 136). Klapisäär püütakse kerguse mõttes hoida võimalikult peenike, hoolimata sellest, et jämedam klapisäär juhiks soojust paremini klapilt juhtpussi kaudu

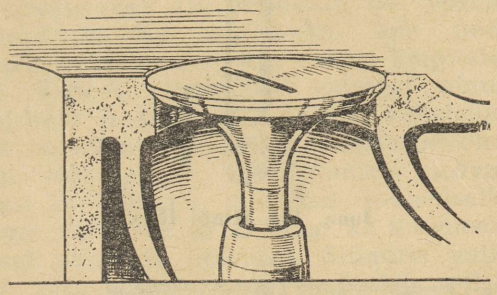


Joon. 135. Soon või augud klapitaldrikus lihvimiseks.

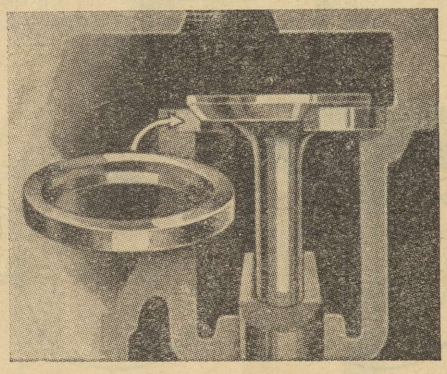
odavamatel mootoritel freesiti klapipesad ploki sisse (joon. 137). Selline pesa osutus väga nõrgaks praegusaja kiirepöördelistele mootoritele, kus klapi sulgumislöögid järgnevad kiiresti üksteisele, sest mootoriplokk on valatud malmist, klapp aga on terasest. Nüüd asetatakse klapi-



Joon. 136. Imihaarits klappide lihvimiseks.



Joon. 137. Klapipesa on freesitud plokki.



Joon. 138. Klapipesarõngas.

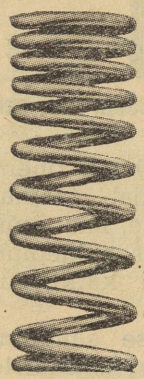
pesa mootoriplokki erilise teras-, pronks- või kõvamalmrõngana (joon. 138). Need kas valatakse plokiga ühte või pressitakse või kruvitakse plokki. Oluline on, et nad ei põruks lahti mootori töötamisel. Selliste klapipesade kasutamine võimaldab ehitada pealtklappidega mootoriploki kaant alumiiniumistki, mis muidu oma pehmuse tõttu ei taluks klapi lööke sulgumisel.

Klapivedru ja klapivedru-taldrik

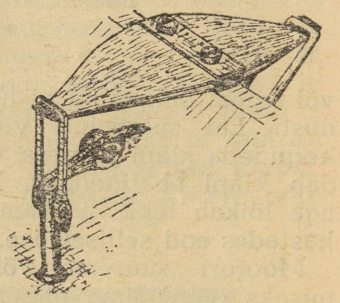
Klapivedru ülesanne on luua klapi ja jaotusvõlli nuki vahele kinemaatiline seos ja hoida klapp tihedalt pesal ka siis, kui silindris on hõrendus (väljalaskeklapp sisselaske ajal), mis püüab klappi avada. Samuti peab vedru sulgema klapi, kui jaotusvõlli nukk pöörlemisel eemaldub tõukuri alt. Klapivedru pinge on olulise tähtsusega. Nõrk vedru ei anna vajalikku kinemaatilist seost jaotusvõlli nukiga ja ei suru klappi pesale tihedalt.

Töötamisel kaotab vedru oma pinget. Seepärast peab mootori remontimisel kontrollima klapivedru pinget ja klapivedrusid uuendama, kui need osutuvad vastavatest ettekirjutustest nõrgemateks. Väljalaskeklapi vedrud kaotavad oma vetruvuse kiiremini, sest nad on rohkem temperatuuri mõju all.

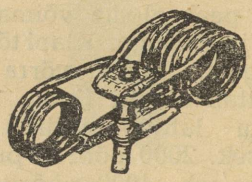
Kasutatavamaid klapivedrusid on kruvivedrud (joon. 139), kuid kasutatakse ka lehtvedrusid (joon. 140) ja nn. vedrunõela-vedrusid (joon. 141). Viimane asetseb kuumast klapivarrest eemal, mis on kasuks vedru vastupidavusele ja võimaldab nii rippuvate kui ka lamavate klappide korral ehitada madalamat silindriploki kaant.



Joon. 139. Kruvi-klapivedru.



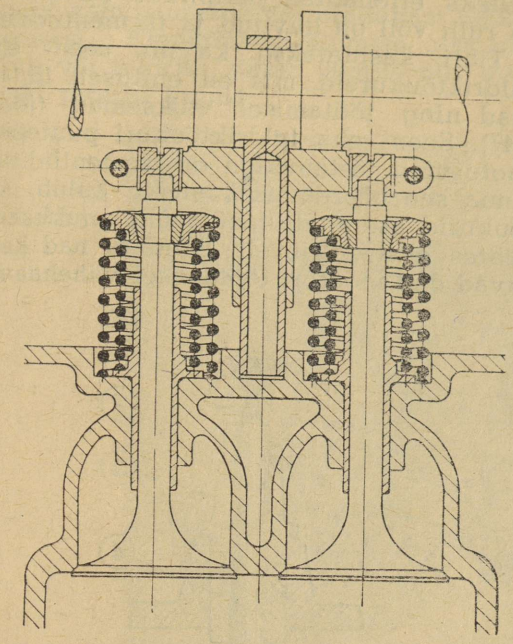
Joon. 140. Lehtklapivedru



Joon. 141. „Vedrunõela"-klapivedru.

Vedrumaterjalina kasutatakse kõrgeväärtuslikku kroom-vanaadium- või süsinikterast, mille välispind peab olema vaba kriimustusest, roostest ja augukestest, sest vastasel korral tekiks vedru murdumine. Kallimate suure pööreteaarvuga mootorite klapivedrud kaetakse

tsingi- või kadmiumikorraga. Kasutatakse ka roostevabast terasest vedrusid.

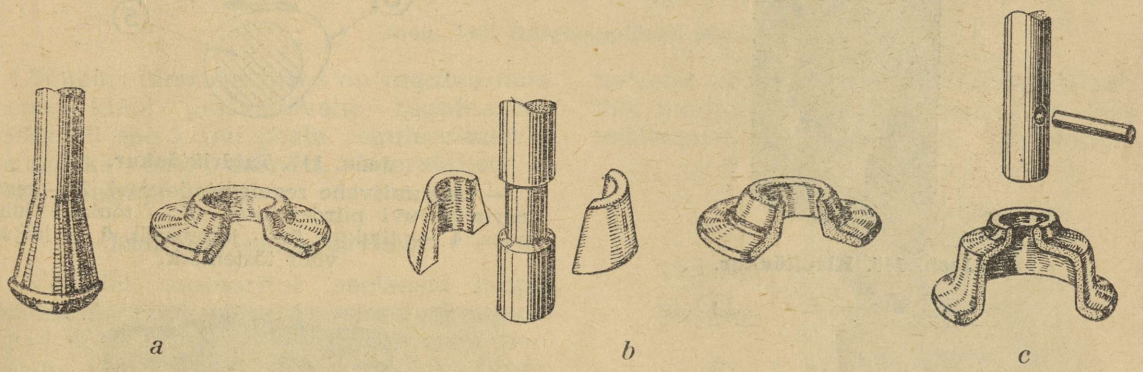


Joon. 142. Kahekordsed klapivedrud.

klapivedrude keerded on vastusuunalised, et ühe vedru murdumisel murdunud osad ei satuks terveks jäänud vedru keerete vahele ja mootor saaks ajutiselt edasi töötada ainult ühe vedruga. Klapivedru üks ots toetub mootoriplokile ja teine klapivedru-taldrikule, mis omakorda on kinnitatud klapisäärele.

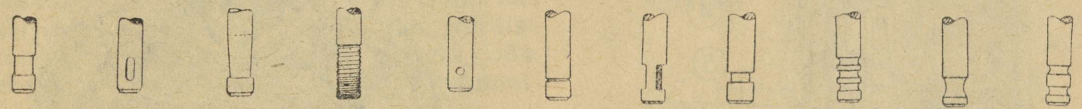
Klapivedru-taldrikute kinnitusviise klapisäärele on väga mitmesuguseid. Levinumaid kinnitusviise näeme joonisel 143. Joonisel 143 *a* näeme kinnitusviisi nuudiseibiga (Gaz-AA, Gaz M-1 ja Kin-10 mootoreil); joonisel 143 *b* poolitatud koonusega, mis hoidub paigal vedru survel (Gaz-11 ja Zis-101 mootoreil); joonisel 143 *c* seibi ja tihvtiga (Zis-5 mootoreil). Klapi või klapivedru kättesaamiseks tuleb klapivedru pingutada, nuudiseib, poolitatud koonus või tihvt ära võtta, mille järel klapivedru-taldrik vabaneb ning on võimalik vedru kätte saada; siis võib ka klapp välja võtta.

Kasutatakse ka keermega otsakeeratavaid klapivedru-taldrikuid. Taldrik ise tehakse kerguse mõttes võimalikult õhuke



a *b* *c*

Joon. 143. Klapivedru-taldriku kinnitusviise.
a — Gaz-AA, Gaz M-1 ja Kim-10 mootoril; *b* — Gaz-11 ja Zis-101 mootoril; *c* — Zis-5 mootoril.



Joon. 144. Klapisääre otste tüüpe.

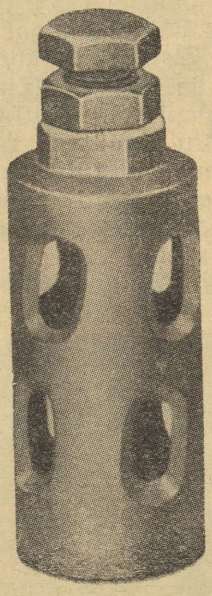
Vedrutus on seda ühtlasem, mida pikemad ja suurema läbimõõduga on kruvivedrud. Rippuvate klappidega mootoritel sõltub mootoriploki kaane kõrgus klapivedru pikkusest. Selle madalamana hoidmiseks kasutatakse kahekordseid vedrusid (joon. 142): väiksema läbimõõduga vedru asetatakse suurema sisse. Sellised ning varustatakse kõrgema servaga, mis hoiab vedru tsentraliseerituna.

Tõukurid

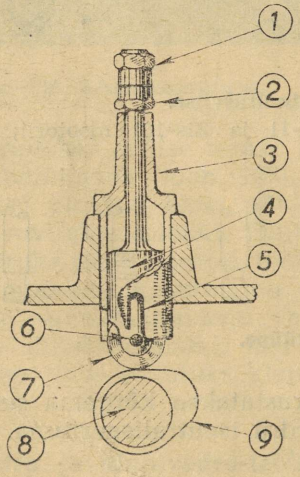
Tõukuri ülesanne on vastu võtta jaotusvõlli tõstenuki poolt klapi tõstmisel

tekitatav külgsurve ja klapile vahendada ainult tõste. Automootoritel leidub ehitusviisilt väga mitmesuguseid tõukureid. Joonisel 146 on toodud paljudel mootoritel kasutatav rulltõukur. Rull paigutatakse tõukuri ja jaotusvõlli nukkseibi vahele hõõrdumise vähendamiseks. Rull, toetudes oma võllile, asetseb alumises otsas, ja et tõukur ei saaks pöörelda ümber oma telje ega sel viisil rulli asetada jaotusvõlli nukkseibi suhtes viltu, ulatuvad rulli võlli otsad paari millimeetri võrra tõukurist välja tõukuri juhtpussis selleks ettenähtud pikipilude sisse. Rull ja rulli võll on lihvitud ja tsementiiditud.

Tihti kasutatakse ka nn. seen- ehk taldriktõukureid, mis on ehituselt lihtsamad ning töötamisel vaiksemad (joon. 147). Seen- ehk taldriktõukuri puutepind jaotusvõlli tõstenukiga on tsementiiditud. Kuna see hõõrdumisel siiski kulub, on tõukurid asetatud jaotusvõlli nukkseibi suhtes ekstsentriliselt. Seetõttu nad keeravad end mootori töötamisel vähehaaval

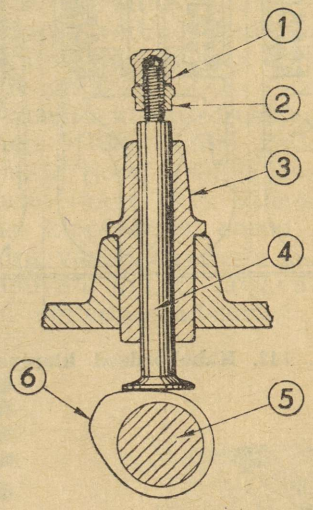


Joon. 145. Klapitõukur.



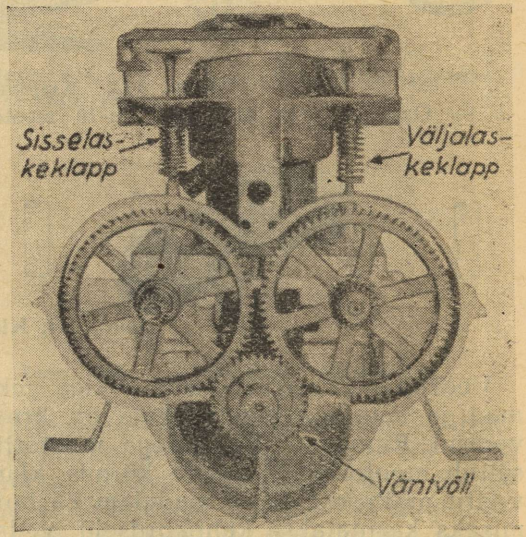
Joon. 146. Rulltõukur.

1 — paisumisvahe reguleerimiskruvi, 2 — reguleerimiskruvi piirdemutter, 3 — tõukuri juhtpuss, 4 — tõukur, 5 — tõukurinuut, 6 — tõukurirulli võll, 7 — tõukurirull, 8 — jaotusvõll, 9 — jaotusvõlli tõstenukk.



Joon. 147. Taldriktõukur.

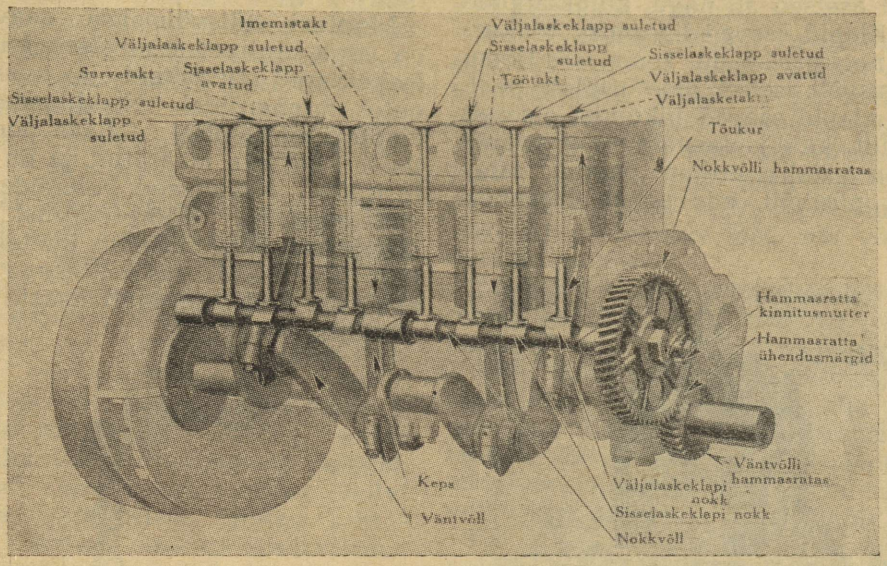
1 — paisumisvahe reguleerimiskruvi, 2 — reguleerimiskruvi piirdemutter, 3 — tõukuri juhtpuss, 4 — tõukur, 5 — jaotusvõll, 6 — jaotusvõlli tõstenukk.



Joon. 148. Vanatüübiline mootor klappide asetusega mõlemal pool silindrit.

ümber oma telje, mistõttu kulumine on ühtlane kogu taldriktõukuri pinnal. Tõukurid valmistatakse vastupidavast nikkelterasest. Klapitõukuri alumise otsa kuju (rull või taldrik) sõltub jaotusvõlli tõstenuki profiili kujust.

Põlemissoojuse parema kasutamise poolest on otstarbekohaseim mootor, mille survekamber on poolkerakujuline, rippuvate klappidega. Survekambri pind oma mahuga võrreldes on siis kõige väiksem, seega on siis ka soojuskaod jahutusvette kõige väiksemad. Tähendab, selline mootor on ökonoomsem, võrreldes teistsuguse samamahulise mootoriga.



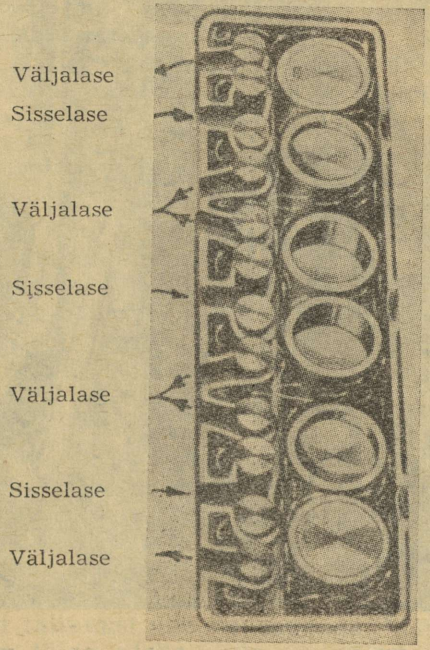
Joon. 149. Külgklappidega mootor.

Tõukuri ülemises otsas on reguleerimiskruvi klapi paisumisvahe reguleerimiseks. Et see kruvi peale reguleerimist ei muudaks oma asendit, keeratakse ta vastumutriga kinni.

Klappide paigutusviisid

Vanadel mootoritel asetsesid klapid mõlemal pool silindrit: sisselaskeklapid ühel pool ja väljalaskeklapid teisel pool (joon. 148). Selle puuduseks on suurepinnaline survekamber, mistõttu mootori soojuskaod kiirgamise ja jahutusvee kaudu olid väga suured. Ka vajas selline mootori ehitusviis kahte jaotusvõlli, mis tegi mootori raskeks ja kalliks. Sellise mootori paremuseks oli, et klappe võis teha suurema läbimõõduga, mis võimaldas parema täiteastme.

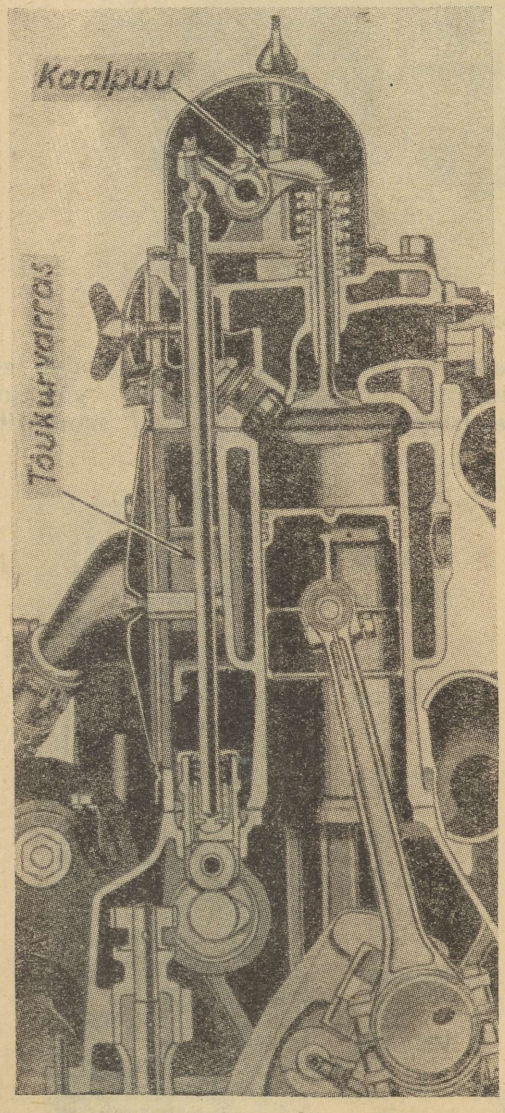
Levinumad on külgklappidega mootorid (joon. 149). Kõik klapid, nii välja- kui ka sisselaskeklapid, on asetatud ühte ritta mootori ühele küljele ning saavad liikumise üheltainsalt jaotusvõllilt. Sisse- ja väljalasketorustiku ja kanalite ehituse lihtsustamiseks on naabersilindrite sisse- ja väljalaskeklapid asetatud kõrvuti. Parema jahutamise saavutamiseks jäetakse väljalaskeklapid äärmisteks (joon. 150).



Joon. 150. Väljalaskeklapid on äärmised.

Kuna aga klapid asetsevad ülal ning peavad saama liikumise all asetsevalt väntvõllilt, muutub klappide tõstmiseks tarvilik ülekandehoovastik keerukaks.

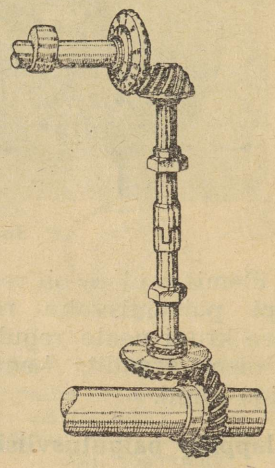
Rippuvate klappide avamiseks on olemas kaks viisi. Esimene viis (joon. 151): jaotusvõll asetseb all nagu külgklappide puhulgi. Klapid saavad liikumise tõukurvarda ja nookuri kaudu. Teine viis (joon. 152): jaotusvõll asetseb mootoriploki peal. Sel viisil klapid saavad liikumist otseselt jaotusvõllilt, kuid jaotusvõlli liikumapanemiseks on vajalik eriline püstne vahevõll, nn. püstvõll, mis annab liikumise väntvõllilt üle jaotusvõllile kooniliste hammasrataste abil. See aga teeb mootori valmistamise kallimaks.



Joon. 151. Mootor rippuvate klappidega, Zis-101. (Kaalpuu ehk nookur.)

Klappide avanemis- ja sulgumismomendid

Mootori täisvõimsuse saavutamiseks on väga oluline, et nii sisse- kui ka väljalaskeklapid sulguksid ja avaneksid õigetel momentidel. Need momendid on mootori ehitamisel tehase poolt katseliselt kindlaks määratud ja on igal mootoritüübil erisugused, olenedes mootori mõõdetest ja pööretearvust. Püütakse saavutada, et silindrisse imetaks võimalikult täis silindritäis küttesegu ja et võimalikult kõik töötanud gaasid paisataks silindrist välja.



Joon. 152. Püstvõll.

Sisselaskeklapi avanemismoment.

Sisselaskeklapp ei avane täpselt sel momendil, mil kolb asetseb ülemises surnudpunktis, nagu eeldati neljataktilise mootori töötamispõhimõtte selgitamisel, vaid natuke hiljem, s. o. siis, kui kolb on liikunud väikese osa oma käiguulatusest allapoole (0 kuni 5 mm). Sellega saavutatakse, et kolvi allaliikumisel tekkinud alghõrendus annab küttesegule sisselaske algul suurema sissevoolamiskiiruse. Kui aga sisselaskeklapp avaneb liiga hilja, s. o. kui kolb on juba rohkem alla liikunud, siis ei jõua silinder enam saada täit täidet uut küttesegu ja plahvatusrõhk langeb, mistõttu mootori võimsus on väiksem ning mootor kuumeneb töötamisel küttesegu aeglasema põlemise tõttu.

Kui aga sisselaskeklapp avaneb liiga vara, enne kui kolb on jõudnud ülemisse surnudpunkti, põhjustab see imitorustikus küttesegu süttimist silindris olevatest kuumadest töötanud gaasidest, mis pole veel suutnud silindrist lahkuda väljalaskeklapi kaudu. Sellest võib süttida karburaatoris olev bensiin ning tekkida tulekahju. Osa mootoritel avaneb sisselaskeklapp ka enne kolvi jõudmist ülemisse surnudpunkti.

Sisselaskeklapi sulgumismoment.

Sisselaskeklapp ei sulgu täpselt sel momendil, mil kolb on jõudnud alumisse surnudpunkti, vaid veidi hiljem. Tähendab, sisselaskeklapp jääb veel avatuks, kui kolb liigub surutaktis ülespoole. Võiks arvata, et surutaktis ülesliikuv kolb surub osa küttesegu läbi avatud sisselaskeklapi jälle tagasi imitorustikku, kuid seda ei juhtu, sest esiteks, kolvi jõudmisel alumisse surnudpunkti valitseb silindris veel alarõhk, ja teiseks, kolvi allaliikumisel silindrisse imetav küttesegu evib teatud sissevoolamiskiirust, mida ta inertsi tõttu suudab ka siis veel lühikeseks ajaks alal hoida, kui kolb liigub juba üles.

Sisselaskeklapp peaks sulguma sel hetkel, mil surutaktil kolvi ülesliikumisest tekkiv vastusurve on niivõrd suur, et see hakkab ületama sissevoolava küttesegu inertsjõudu.

Kui see tingimus pole täidetud, ei saa mootori silinder võimalikku täistäidet, mistõttu ta ei anna ka täisvõimsust.

Kuna sissevoolava küttesegu kiirus sõltub mootori väntvõlli pöörlemiskiirusest, tähendab, mida suurem on mootori pööretearv, seda suurem on küttesegu sissevoolamiskiirus ja seda suurem on sissevoolava küttesegu inertsjõud, siis peaksid ka kiirematel pööretel sisselaskeklapid sulguma hiljem kui aeglastel pööretel, et saada mootorilt täisvõimsust igasugustel pööretel. Et seda aga on tehniliselt raske läbi viia ning klappide mehhanism muutuks väga keerukaks, määratakse sisselaskeklapi sulgumismoment kindlaks teatud keskmiste pöörete jaoks (umbes 1500 kuni 2000 pööret minutis).

Väljalaskeklapi avanemismoment.

Väljalaskeklapp avaneb enne, kui kolb on jõudnud töötaktil alla surnudpunkti. Kuigi siis ei kasutata kogu paisumistööd, mis gaasid saaksid anda kuni kolvi jõudmiseni alla surnudpunkti, võidab mootor oma käiguühtluses, mis on väga oluline, ning mootori pööreteарv tõuseb, sest töötanud gaasid pääsevad kiiremini silindrist välja.

Kui väljalaskeklapp avaneks alles siis, kui kolb on juba jõudnud alumisse surnudpunkti, võtaks aega, kuni töötanud gaaside rõhk langeks välisrõhuni, ning kolb peaks selle aja vältel üles liikudes ületama seda kõrgemat vastusurvet. Seega oleks kolvi ülesliikumine takistatud vastusurve läbi, mis vähendaks mootori võimsust.

Liiga varajane väljalaskeklapi avanemine kutsub esile mootori võimsuse languse.

Kui aga väljalaskeklapp avaneb nii palju enne kolvi jõudmist alla surnudpunkti, et silindris töötaktil valitsev rõhk langeb välisrõhuni kolvi jõudmisel alumisse surnudpunkti, siis jääb ülesliikuval kolvil ainult silindrit puhastada ja välja heita töötanud gaasid, mispärast neid nimetataksegi heitegaasideks.

Väljalaskeklapi sulgumismoment.

Väljalaskeklapp sulgub, kui kolb on juba ületanud ülemise surnudpunkti ning on liikunud veidi allapoole. See jätab kolvi poolt väljalasketaktil väljatõrjutavatele heitegaasidele aega silindri surveruumist lahkuda. Heitegaasid voolavad inertsi tõttu ka siis veel silindrist välja, kui kolb hakkab liikuma allapoole. Seda heitegaaside väljavoolamise inertsi kasutatakse ära ning jäetakse väljalaskeklapp niikaua avatuks, kuni kolvi allaliikumisest pole tekkinud niivõrd suur hõrendus, et see ületab väljavoolavate heitegaaside inertsi. Sel hetkel peab väljalaskeklapp sulguma, et heitegaasi ei imetaks mootorisse tagasi. Sõltuvalt mootori tüübist ja väljalasketorustikust suletakse väljalaskeklapp ka enne kolvi jõudmist ülemisse surnudpunkti.

Siinjuures olgu nimetatud, et mootori suurema võimsuse saavutamiseks on väga tähtis, et võimalikult kõik heitegaasid oleksid silindrist lahkunud enne silindri täitumist uue küttesegaga. Muidu silindri täide oleks väiksem silindrisse jäänud heitegaaside võrra, mis lahjen-

dab küttesegu, põhjustades aeglasemat põlemist ja seega mootori võimsuse langust.

Mootoriehitajate püüd on, et võimalikult kõik heitegaasid silindrist välja valguksid.

Teoreetiline ja tegelik takt.

Neljataktilise mootori töötamise põhimõtet selgitades nimetasime taktiks kolvikäiku ühest surnudpunktist teise surnudpunkti. See on nn. teoreetiline takt. Tegelik takt, nagu nägime eespool, läheb teoreetilisest taktist lahku järgmiselt:

Tegelik sisselasketakt on pikem,
„ surutakt „ lühem,
„ töötakt „ lühem ja
„ väljalasketakt „ pikem

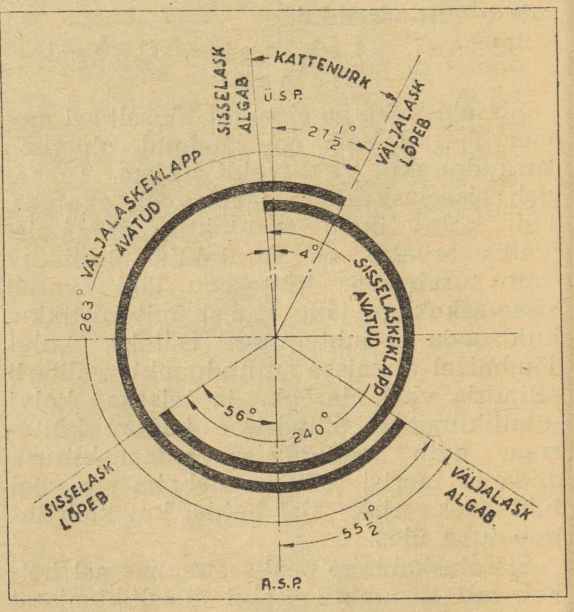
kui vastav teoreetiline takt (kolvikäik ehk kolviviip).

Gaasijaotuse dimensioonid

Gaasijaotuse dimensioonid antakse tavaliselt väntvõlli põlve asendi kraadides. Iga sõiduki mootori kohta leiame sõidukiga kaasasolevaist hooldusee skirjadest andmeid mootori gaasijaotuse dimensioonide kohta. Harilikult on märgitud sisse- ja väljalaske algus- ja lõpppunktid. Näitena olgu siin toodud mõnede automootorite gaasijaotuse dimensioonid.

1) Väljalaskeklapp sulgub sel hetkel, mil sisselaskeklapp avaneb. Silindris pole sisselaske algul hõrendust.

2) Väljalaskeklapp sulgub varem, kui sisselaskeklapp avaneb. Seega on teatud kraadide vältel mõlemad klapid kinni. Kolvile on



Joon. 153. Gaasijaotuse diagramm.

Gaasijaotuse dimensioonid Nõukogude Liidu autodel

Auto nimetus	Sisselase			Väljalase		
	algab	lõpeb	kestab	algab	lõpeb	kestab
Gaz AA	21° eüs	70° pas	271°	60° eas	13° püs	253°
Gaz M-1	21° „	70° „	271°	60° „	13° „	253°
Gaz-11	6° püs	46° „	220°	42° „	8° „	230°
Zis-5	1°53′ „	46°55′ „	225°	43°8′ „	1°54′ „	225°
Zis-16	21° „	70° „	271°	68° „	23° „	271°
Zis-101	16°30′ „	58°30′ „	255°	66°30′ „	31°30′ „	278°
Zis-101 A	24°15′ „	74°15′ „	278°30′	77°15′ „	39°15′ „	296°30′
Kim-10	12° „	52° „	244°	52° „	12° „	244°

Üldiselt võib öelda, et sisselase algab 0° kuni 15° peale ülemist surnudpunkti ning lõpeb 15° kuni 40° peale alumist surnudpunkti. Väljalase algab 40° kuni 50° enne alumist surnudpunkti ning lõpeb 0° kuni 10° peale ülemist surnudpunkti. Joon. 153 kujutab sisse- ja väljalaskeklapi lahtiolekut diagrammina väntvõlli põlve pöördumiskraadides.

Sisse- ja väljalaskeklappide lahtiolekus võime leida kolm võimalust:

antud aega allaliikumisel hõrendust tekitada, et järgneva sisselaske algul anda küttesegule kiiremat algsissevoolamiskiirust.

3) Väljalaskeklapp sulgub hiljem, kui sisselaskeklapp avaneb.

Seega on teatud kraadide vältel (kattumisnurk) mõlemad, s. o. nii sisse- kui ka väljalaskeklapp lahti. Teisiti öeldult — sisselaskeklapp avaneb enne, kui

väljalaskeklapp on sulgunud. Seda viisi kasutatakse suure pööretearvuga mootoritel. Nagu kogemused näitavad, ei sega siin üks takt teist, hoolimata sellest, et mõlemad klapid on avatud üheaegselt. See on seletatav sellega, et suure pööretearvuga mootoril on väljatõrjutavatel heitegaasidel niivõrd suur hoog, et see omalt poolt aitab kaasa tekitada silindris hõrendust uue küttesegu sisseimemiseks.

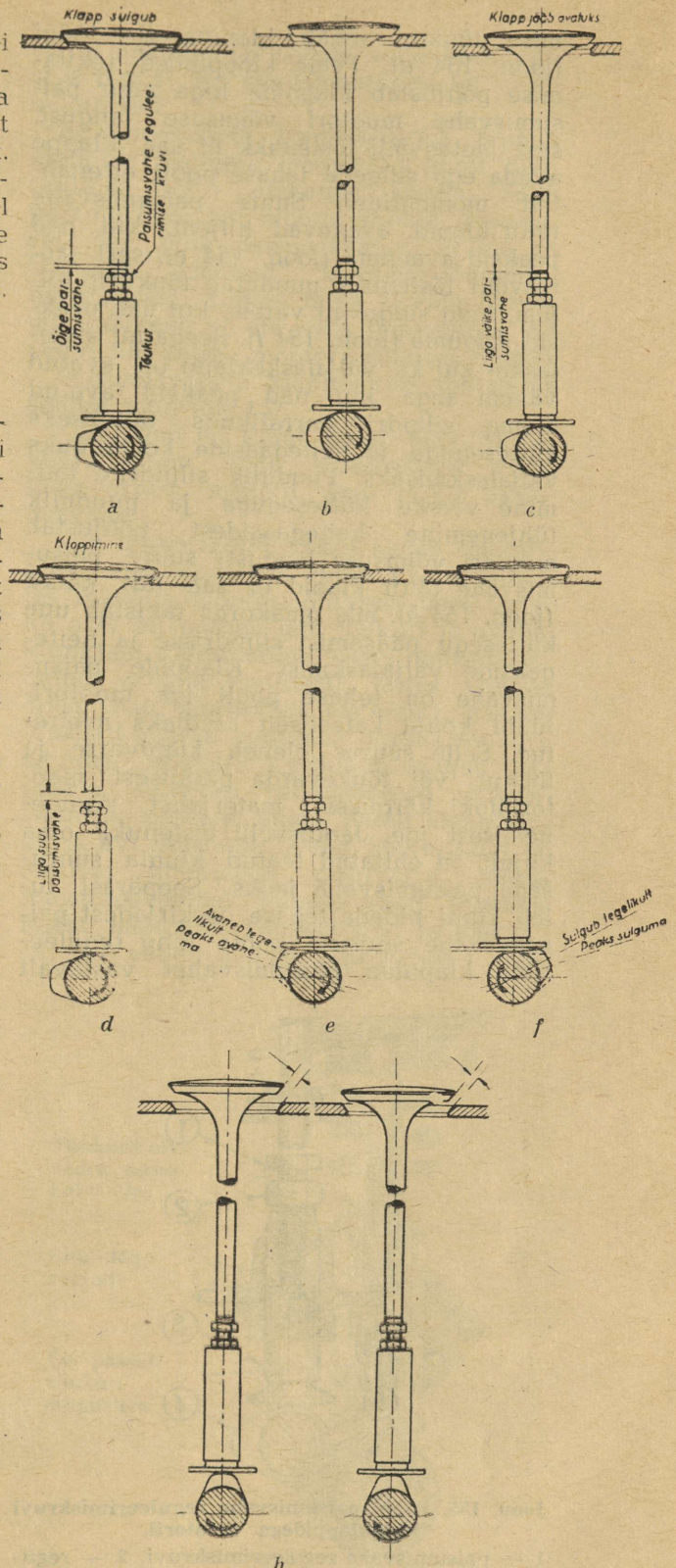
Klapi paisumisvahe

Et kindlustada mootori klappide korralikku sulgumist, on oluline, et tõukuri ja klapivarre vahele jääks väike õhuvahe, kui klapp istub täielikult oma pesal ja tõukur toetub jaotusvõllile. Seda vahet nimetatakse klapi paisumisvaheks (joon. 154 *a*). Kui seda vahet ei oleks või see oleks liiga väike, jääks klapp klapi sulgepinna või klapipesa väiksemalgi kulumisel toetuma tõukuri kaudu jaotusvõllile ega sulguks tihedalt (joon. 154 *b*).

Kui klapp mootori töötamisel soojeneb, paisub ta nagu iga muugi ese soojenemisel, ning klapisäär muutub pikemaks. Kui gaasijaotusmehhanismis poleks ette nähtud õhuvahet tõukuri ja klapivarre vahel või see oleks liiga väike selle paisumise jaoks, jääks klapp oma paisumispikenemise võrra avatuks (joon. 154 *c*) ka siis, kui ta peaks olema suletud. Kuna siis kolb ei saa silindris küttesegu tarvilikul määral kokku suruda, kutsub see mootoris esile võimsuse langust, kütusekulu suurenemist, kiiruse juurdevõtmise aeglustumist ja mootori töötaktide vahelejätmisi. Kui sõita pikemat aega mootoriga, mille klapid ei sulgu täielikult, siis klapid ei saa oma soojust sulgepinna kaudu edasi anda jahutusveele, mistõttu klapid liigselt kuumenevad. Kuumad gaasid võivad koguni põletada sulgepinda augukesi, rikkudes seega sulgepinna, mis takistab mootori edaspidist korralikku töötamist. On see juhtunud, tuleb klapid uuendada või korda seada.

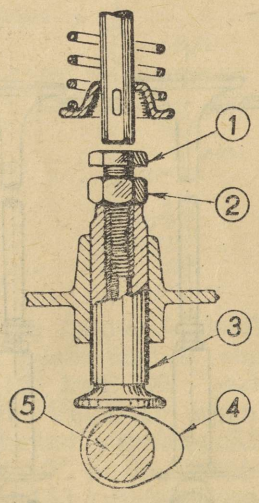
Kui sisselaskeklapp jääb avatuks liiga väikese paisumisvahe tõttu, võivad kuumad gaasid töötakti ajal tungida sisselasketorustikku ja karburaatorisse, süüdates viimases kütuse ning tekitades tulekahju.

Kui paisumisvahe on liiga suur, tekib mootoris kloppimine põhjusel, et avane-



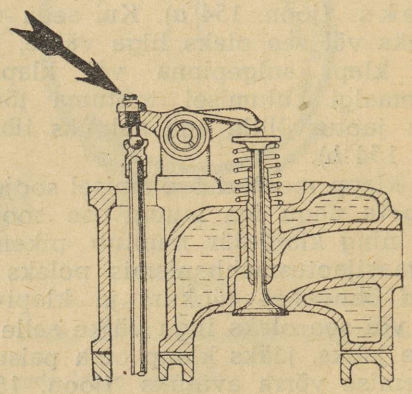
Joon. 154. Klappide paisumisvahe suuruse mõju klapi avamisele.

misel tõukur annab klapivarrele löögi (joon. 154 *d*). Peale kloppimise tekitamise põhjustab klappide liiga suur paisumisvahe mootori võimsuse langust, sest jaotusvõlli tõstenukk ei saa klappe avada ega sulgeda tehase poolt ettenähtud momentidel. Suure paisumisvahe tõttu klapid avanevad hiljem, kui nad peaksid avanema (joon. 154 *e*), sest jaotusvõlli tõstenukk puudutab tõukurit hiljem, ning sulguvad varem, kui nad peaksid sulguma (joon. 154 *f*). Seega nii sisselaske- kui ka väljalaskeklapp on avatud vähem aega, kui nad peaksid avatud olema silindri korralikuks täitmiseks küttesegu ja heitegaaside korralikuks väljalaskmiseks. Puudulik silindrite täitmine värske küttesegu ja puudulik tühjenemine heitegaasidest põhjustab mootori võimsuse langust; suure paisumisvahe tõttu klapid ei saa täit käiku (joon. 154 *h*), mis omakorda takistab uue küttesegu pääsemist silindrisse ja heitegaaside väljalaskmist. Klappide paisumisvahe on tehase poolt iga mootoritüübi kohta katseliselt kindlaks määratud. Selle suurus oleneb klapivarre ja tõukuri või tõukevarda pikkusest, mootoriploki kõrgusest, materjalist, kuumenemisest jne. Jaotusvõlli tõstenukk oma kujult on ehitatud teatud kindla suurusega paisumisvahe jaoks. Seepärast tuleb kinni pidada tehase eeskirjadest paisumisvahe suuruse kohta ning reguleerima klappide paisumisvahet vastavalt nendele ettekirjutustele. Klappe võib reguleerida kas tõukuri otsas oleva paisumisvahe reguleerimiskruvi abil (joon. 155) (külgklappidega mootoril) või klapinookuri küljes oleva reguleerimiskruvi abil (joon. 156) (rippuvate klappidega mootoril). Õige paisumisvahe määramiseks kasutatakse vastavaid kaliibreid. Mõned tehased kirjutavad ette reguleerimist teostada töösoojal, mõned külmal mootoril. Ka neist eeskirjadest tuleb kinni pidada. Kui tehase ettekirjutusele vastaselt, mis näeb ette klappide reguleerimist töösoojal mootoril, reguleeritakse klappe külmal mootoril, siis jääb paisumisvahe mootori töötamisel liiga väikeseks. Kui aga reguleeritakse klappe ettekirjutuse vastaselt külma mootori asemel töösoojal mootoril, saab klappide paisumisvahe liiga suur.



Joon. 155. Klapi paisumisvahe reguleerimiskruvi külgklappidega mootoril.

1 — paisumisvahe reguleerimiskruvi, 2 — reguleerimiskruvi piirdemutter, 3 — tõukur, 4 — jaotusvõlli tõstenukk, 5 — jaotusvõll.



Joon. 156. Klapi paisumisvahe reguleerimiskruvi rippuvate klappidega mootoril.

Väljalaskeklapid, mis on rohkem kuumade gaaside mõju all, kuumenevad enam, mistõttu nad ka paisuvad enam. Seepärast tehased näevad väljalaskeklapil ette suurema paisumisvahe kui sisselaskeklapil. Alljärgnevas on toodud näiteks mõnede autode klappide paisumisvahed.

Klappide paisumisvahed Nõukogude Liidu autodel

Auto nimetus	Paisumisvahe mm		Reguleerida
	Sisselaske-klappidel	Väljalaske-klappidel	
Gaz-AA	0,30	0,45	külmalt
Gaz M-1	0,30	0,45	külmalt
Gaz-11	0,20	0,30	külmalt
Zis-5	0,15	0,25	töösoojalt
Zis-16	0,25	0,25	töösoojalt
Zis-101	0,25	0,25	töösoojalt
Kim-10	0,35	0,35	külmalt

Parem on klappide reguleerimisel jätta paisumisvahe ettenähtust pigem veidi, 0,01—0,02 mm võrra, suurem kui väiksem. Kuigi mootor töötab siis väikese „klõbinaga", on kindlustatud klappide korralik sulgemine. Tahtes saavutada klappide paisumisvahe vähendamisega mootori vaikset töötamist, võib kergesti juhtuda, et klapid ei sulgu täielikult, mille tagajärjel tekivad mootori töötamises eespool kirjeldatud puudused. Pidevalt rasketes tööoludes töötava mootori klappide paisumisvahe võib olla ettenähtust veidi suurem.

Paisumisvaheta klapid

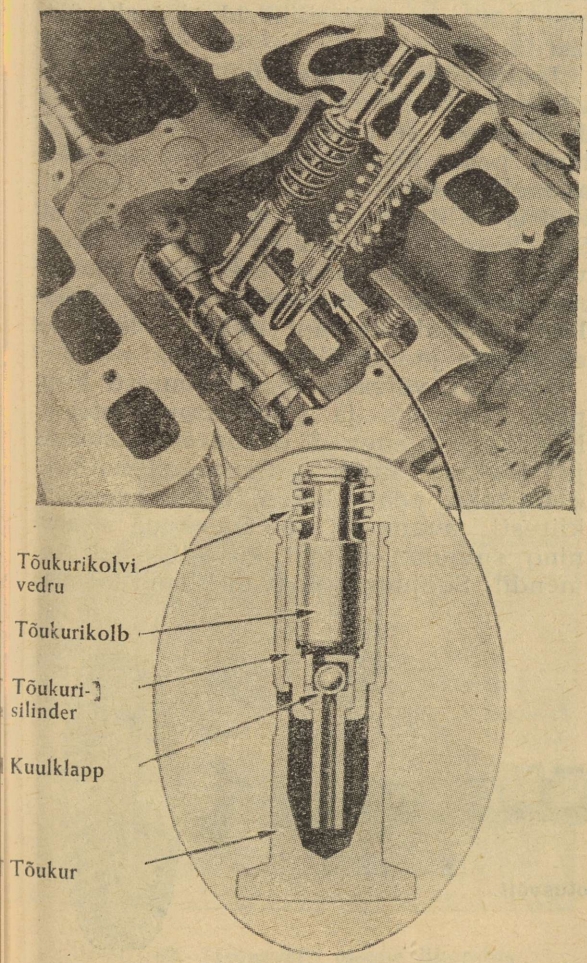
Juba mõned aastad kasutatakse kallimahinnalistel automootoritel klapitõukurit, mis töötab paisumisvaheta. See on osutunud niivõrd otstarbekohaseks, et lähematel aastatel on oodata selle kasutamiselevõtmist ka odavamahinnalistel automootoritel.

Paisumisvaheta klapitõukuriga toimub klappide tõstmine jaotusvõlli poolt hüdraulilise (õli-) ülekande kaudu. Selle paremusteks on: mootor töötab vaikselt, sest kui pole paisumisvahet, ei ole ka klappide „klõbinat"; klappide töötamise iga pikeneb; klappe tuleb lihvida harvemini; klappe ei ole vaja reguleerida (ka peale lihvimist); mootori võimsus tõuseb.

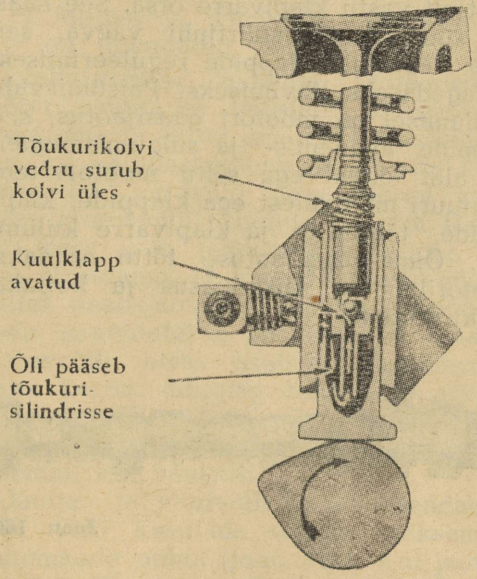
Paisumisvaheta klapitõukuri töötamine selgub jooniselt 157.

Kui klapp on kinni, hoiab tõukurikolvi vedru (joon. 158) tõukurikolvi vastu klapivarrast, mistõttu seal ei ole paisumisvahet.

Kui tõukurikolvi vedru surub tõukurikolvi üles, suureneb ruum tõukurisilindris, mistõttu mootori õlitusseadmes surve all olev õli pääseb läbi tõukuri ja avatud kuulklapi tõukurisilindrisse (joonisel näidatud valgete nooltega), täites viimase õliga. Kui jaotusvõlli tõstenukk hakkab tõukurit tõstma, suureneb õlirõhk tõukurisilindris, mistõttu kuulklapp langeb oma pesale, sulgedes väljapääsutee tõukurisilindris olevale õlile. Nüüd algab tõukurikolvi tõusmine. Kuna tõukurikolb on alalises ühenduses klapivarre otsaga (paisumisvaheta), toimub klapi tõstmine täiesti hääletult. Tõukurikolvi ja tõukurisilindri vahelt pääseb läbi vähesel mää-

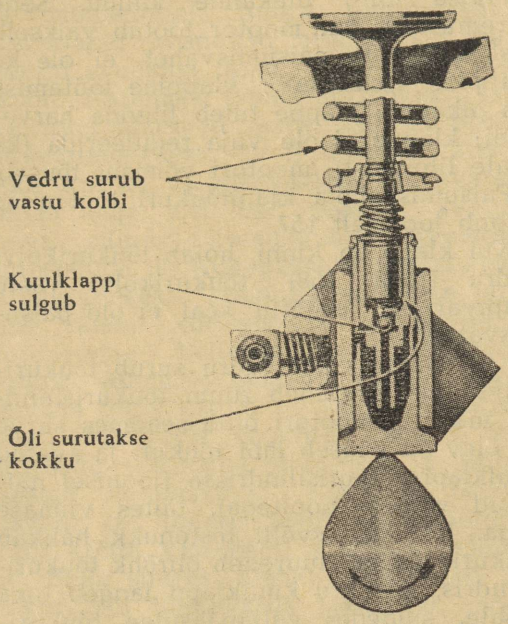


Joon. 157. Paisumisvaheta klapitõukur.



Joon. 158. Paisumisvaheta klapitõukur klapi kinniasendis.

ral õli, mis on küllaldane selleks, et teha ruumi tõukurikolvile, mis surutakse alla klapivarre poolt, kui klapivars mootori töötamisel tekkiva kuumenemise tagajärjel paisub ja tõukab tõukurikolbi alla.



Joon. 159. Paisumisvaheta klapitõukur klapi lahtiasendis.

Sellise klapi konstruktsiooni juures ei ole vaja klappide reguleerimist, isegi peale klappide lihvimist mitte, vaid klapitõukuri kolb surub end alati automaatselt vastu klapivarre otsa. See säästab suuresti jõuvankrijuhi vaeva, sest kaob tarvidus klappide reguleerimiseks ja sagedaseks lihvimiseks. Paisumisvahe puudumisel on mootori gaasijaotus, s. o. klappide avanemis- ja sulgumismomendid alati õiged ega sõltu mootori temperatuuri muutustest ega klappide, klapipesade, tõukurite ja klapivarre kulumisest. Õige gaasijaotuse tõttu saadakse mootorilt alati täisvõimsus ja hoitakse kokku kütust.

Jaotusvõll

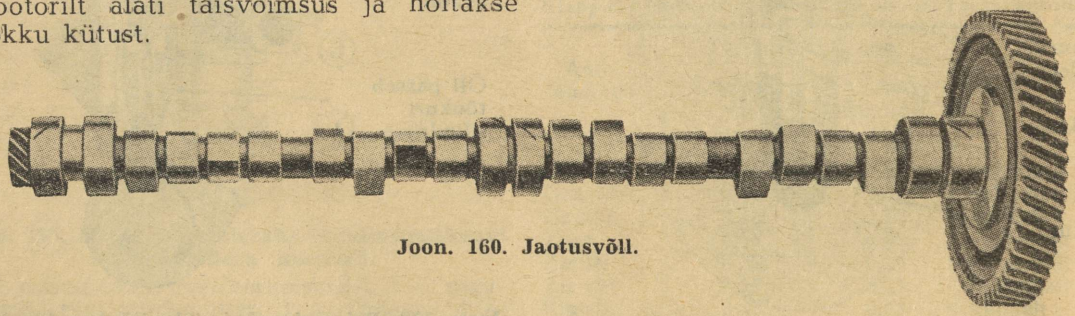
Jaotusvõlli ehk nukkvõlli ülesanne on mootoriklappide õigeaegne avamine ja sulgemine. Selleks on jaotusvõll varustatud nukkidega, mis asetsevad jaotusvõllil nii, et nad tõstavad klappe mootori tööjärjekorras.

Jaotusvõll ühes nukkidega valmistatakse kas sepistamise teel nikkelterasest, kusjuures ta taotakse välja ühest tükist ettenähtud vormi järgi, või ta valatakse erikoostiselisest malmist (Ni-, Mn-, Si-, Cr- ja Mo-sisaldusega). Viimane valmistusviis on odavam, sest siin jääb ära kulukas sepistamistöö. Tõstenukid ja laagrikohad lihvitakse täpseks.

Jaotusvõllid peavad olema paindumatud, vibreerimisvabad ning hästi laagerdatud, et nad ei annaks järele klappide tõstmisel. Vastasel korral mõjutaks see mootori gaasijaotust. Klappide avanemine ja sulgumine ei toimuks õigeaegselt ning kõik mootori silindrid ei saaks ühtlast täidet.

Jaotusvõlli koormus on kõige suurem väljalaskeklappide kohal väljalaskeklapi avanemisel, sest siin peab tõstenukk ületama peale klapivedru surve ka veel klapi avanemismomendil (väljalaske algul) silindris valitseva rõhu, mis on 3,5—6,5 at. Siia lisandub veel klapi, tõukuri, klapivedru ja tõukevarda inertsjõud. Seepärast asetatakse jaotusvõlli laagrid võimalikult väljalaskeklapi nukkide lähedale, et vältida jaotusvõlli paindumist.

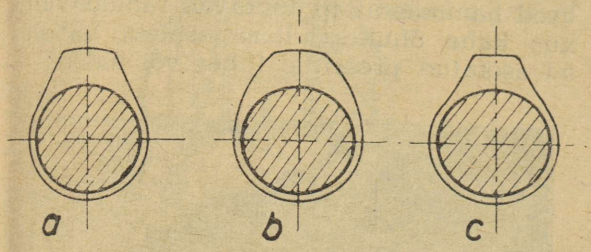
Mootori võimsus sõltub suuresti klappide avanemis- ja sulgumismomentidest. Need aga olenevad jaotusvõlli tõstenuki ja tõukuri kujust. Suure silindritäite saamiseks peab klapp õigel momendil kiiresti avanema, olema kaua avatud ning sulguma jällegi kiiresti õigel momendil. Seejuures peavad klapid töötama



Joon. 160. Jaotusvõll.

müratult. Seda kõike peab saavutama jaotusvõlli tõstenuki kujuga. Kasutatavamad tõstenukid on

a) sirgete külgedega,
b) kumerate külgedega ja
c) nõgusate külgedega (joon. 161).

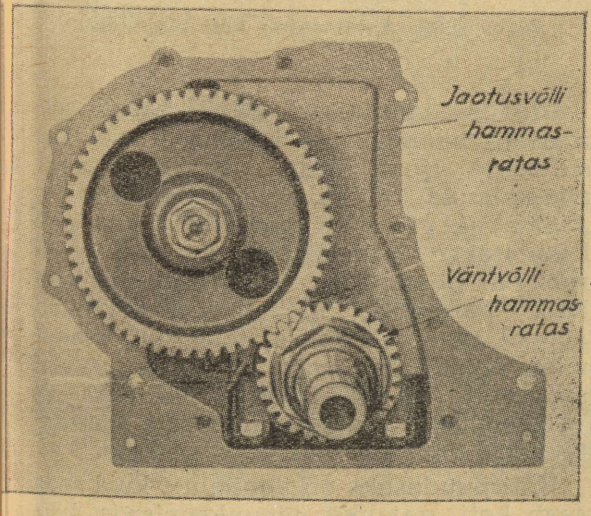


Joon. 161. Jaotusvõlli tõstenukkide kujusid.

Sirgeküljeline jaotusvõlli tõstenukk ühes rulltõukuriga leiab automootoritel palju kasutamist. Selle paremuseks on vaikne töötamine. Valmistamise lihtsustamiseks tehakse nii sisse- kui ka väljalaskeklapi tõstenukid ühekõrgused. Sirgeküljeline tõstenukk vajab küll tugevamat vedru, mistõttu kuluvus on suurem, kuid kuluvust on võimalik vähendada otstarbekohase õlitamise abil.

Kumeraküljelist tõstenukki kasutatakse taldriktõukuriga. See ei vaja nii tugevat klapivedru kui sirgeküljeline tõstenukk, kuid ei ole töötamisel nii vaikne. Seeeest aga toimub klappide avanemine ja sulgumine kiiresti, mis võimaldab head silindrite täitemäära ning kiiret heitegaaside väljalaset. Kumerakujulist tõstenukki ühes taldriktõukuriga kasutatakse automootoritel kõige enam.

Nõgusaküljelist tõstenukki kasutatakse rulltõukuri puhul. Klapivedru on nõrgem. Nõgusaküljelised tõstenukid annavad väga hea klappide lahtiolekuaja ja väga kiire klapitõusu ja -sulgemise. Aga töötamisel nad pole nii vaiksed kui eelmised tõstenukid ning nende juures esineb tõukuri ja klapivedrude murdumisi. Seepärast ei kasutata kuigi sageli nõgusaküljelisi tõstenukke, sellest hoolimata, et nendega saavutatakse head täitemäära. Ka on nõgusate külgede valmistamine raskem. Nõgusaküljelisi tõstenukke kasutatakse peamiselt väikese pööretearvuga mootoritel.



Joon. 162. Jaotusvõlli otsene ühendus väntvõlliga.

Jaotusvõlli ajamid.

Kuna jaotusvõll peab avama klappe väntvõlli põlve kindlaksmääratud asenditest, peab jaotusvõll pöörlema kindlas sõltuvuses väntvõlliga. Jaotusvõll on väntvõlliga ühenduses hammasrataste kaudu ja saab liikumise väntvõllilt, milleks nii jaotus- kui ka väntvõlli otstel on hammasrattad.

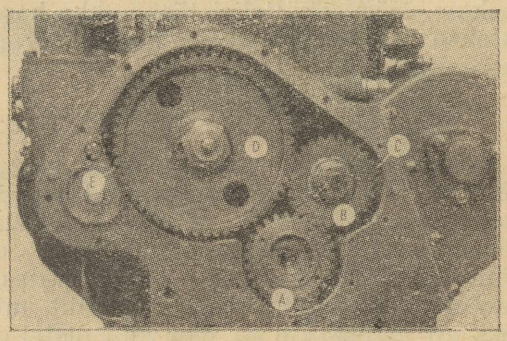
Jaotusvõlli ja väntvõlli omavahelise ühenduse viise on kolm:

a) Jaotus- ja väntvõlli hammasrattad on otseses ühenduses (joon. 162).
b) Jaotus- ja väntvõlli hammasrattad on ühenduses vahehammasratta kaudu (joon. 163).
c) Jaotus- ja väntvõlli hammasrattad on ühendatud keti abil (joon. 164).

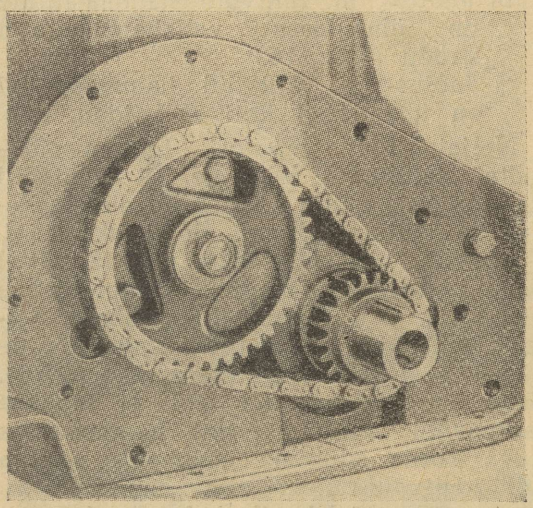
Neljataktilise mootori töötamispõhimõtet selgitades leidsime, et väntvõlli kahe pöörde vältel avaneb nii sisselaske- kui ka väljalaskeklapp ainult üks kord. Tähendab, väntvõlli kahe pöörde vältel peab jaotusvõlli tõstenukk klappi tõstma üks kord, s. o. tegema ühe pöörde. Sellest järeldame, et väntvõlli kahe pöörde vältel peab jaotusvõll tegema ühe pöörde. Seda saavutatakse sel teel, et tehakse jaotusvõlli otsas asetsev hammasratas kaks korda suurema hammaste arvuga kui väntvõlli otsas olev hammasratas. Jaotusvõll pöörleb siis kaks korda aeglasemalt kui väntvõll.

Jaotus- ja väntvõlli otsest ühendamisviisi võib kasutada võllide väiksemate vahemaade puhul (joon. 162). Kui jaotus- ja väntvõll asetsevad teineteisest kaugemal, tuleks nende otseühendamiseks ka-

sutada suureläbimõõdulisi hammasrattaid. Need aga suurendaksid mootori gabariiti, eviksid töötamisel suuri inertsjõude, mis takistaksid mootori pöörete kiiret suurenemist ning eviksid ka suurt ringkiirust, mis kutsuks esile hammasrataste ulumise. Rataste ulumist aitab omalt poolt suurendada otsehammastega silindriliste hammasrataste kasutamine. Kasutades jaotus- ja väntvõlli ühendamisel vahehammasratast (joon. 163) on ühendust võimalik läbi viia väiksemamõõteliste hammasratastega, kuid vahehammasratas suurendab ulumist.

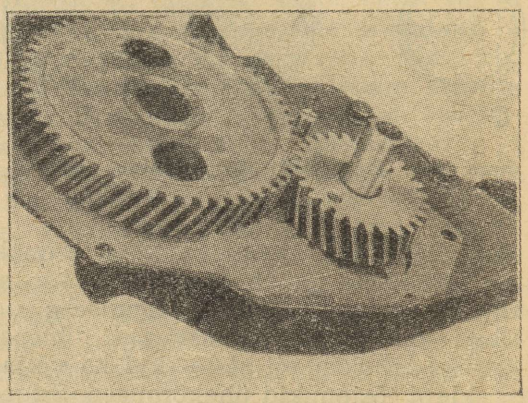


Joon. 163. Jaotusvõlli ühendus väntvõlliga vahehammasratta kaudu.
A — väntvõlli hammasratas,
B — vahehammasratas,
D — jaotusvõlli hammasratas.

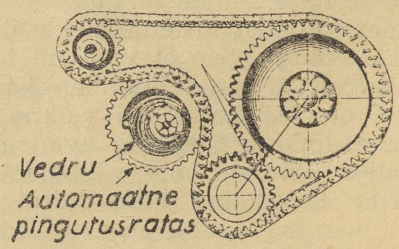


Joon. 164. Jaotusvõlli ühendamine väntvõlliga keti abil.

Ulumise vähendamiseks võetakse kumbki ratas eri materjalist, näiteks üks terasest ja teine malmist. Kerguse mõttes kasutatakse tihti duralumiini ja elektroni. Otstarbekohaseks on osutunud mittemetall-hammasrataste kasutamine, mis kinnitatakse võllile kas otseselt või terasrummu abil. Tuntumad on bakeliit, novoteks, resiteks, tseleron ja teised. Ka sellised hammasrattad töötavad rahuldavalt, kus kahe õhukese hammaspleki vahele on asetatud pressitud fiiber või nahk.



Joon. 165. Spiraalsete hammastega hammasrattad.

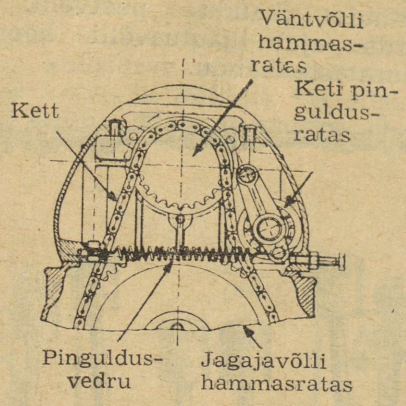


Joon. 166. Automaatne keti pinguldus.

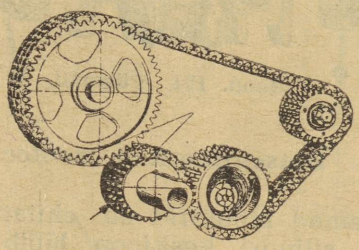
Ulumise vältimiseks aitab kaasa spiraalsete hammastega hammasrataste kasutamine (joon. 165). Tugevat ulumist põhjustavad ka kulunud hammasrattad. Jaotus- ja väntvõlli ühendamist keti abil kasutatakse praegusaja automootoritel rohkesti (joon. 164). Sel ühendusviisil on hulk paremusi: ülekandehammasrattad võivad olla väiksemad, väntvõlli võnkumine ei mõjuta kuigi palju jaotusvõlli, mis teeb mootori töö ühtlasemaks ja vaiksemaks. Sama ühendusketti kasutatakse ühtlasi ka dünamo ajamiseks.

Keti puuduseks on venimine, kuid seda saab keti vajaliku pinguldamisega kõrvaldada, milleks on järgmised võimalused:

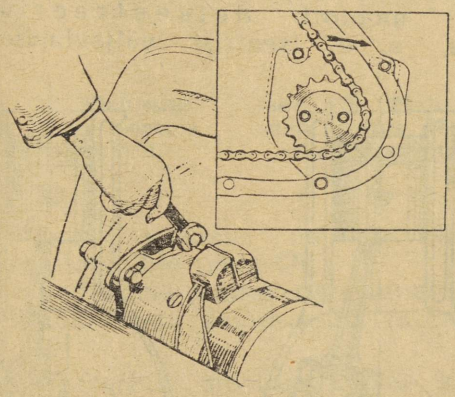
a) Automaatne pinguldusratas vedruga (joon. 166, 167).



Joon. 167. Automaatne ketipinguldi.



Joon. 168. Keti pinguldus hammasratta abil.

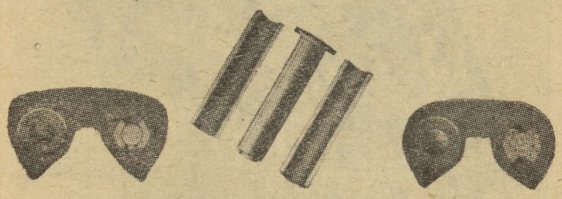


Joon. 169. Keti pinguldamine dünamo nihutamisega.

b) Ekstsentrilise teljega pinguldushammasratas (joon. 168).

c) Nihutatav pinguldushammasratas (joon. 169).

Automaatne pinguldusratas, mida vedru pinge hoiab alaliselt vastu ketti (joon. 166), hoiab püsivalt ketti õige pinge all. Kasutatakse kallimate sõidukite mootoritel. Keti pinguldust saavutatakse harilikult nihutatava pinguldushammasratta abil, mis on ühtlasi dünamo ajamiks dünamoankru võlli otsas (joon. 169). Keti pinguldamiseks nihutatakse dünamo mootorist eemale.

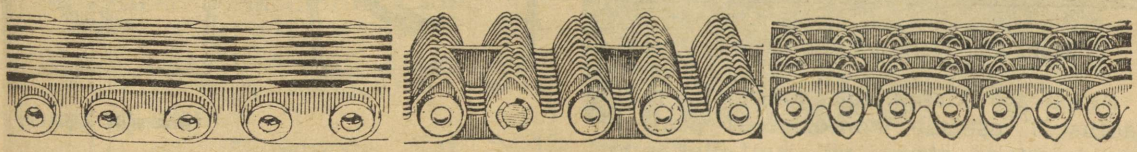


Joon. 170. Hammasketi ketilüli ja lukk.

Suurt poolehoidu automootorite tehaste poolt on leidnud hammaskett (joon. 171), mille hammaslülid haaravad enda vahele hammasrataste hambad, kõrvaldades igasuguse logisemise ning andes täiesti vaikse käigu.

Et kett ei saaks hammasratastelt ära tulla, on keti küljelülid laiemad, ilma hammasteta ning jooksevad mõlemal pool hammasratast, või hammasrataste keskele on läbi hammaste treitud soon, milles jookseb keti keskel olev hammasteta lüli (joon. 172). Keti pealepanemiseks ja mahavõtmiseks on võimalik üks lülitelg välja võtta. Ketti tuleb venimise puhul pinguldada, vastasel korral see võib hammasrattal karata üle hammaste, misläbi aetakse segamini kogu gaasijaotus ja mootori korralik töötamine. Veninud kett võib tekitada mootoris kloppimist, tagudes mõne servaga vastu jaotuskarpi. Veninud kett tuleb uuendada.

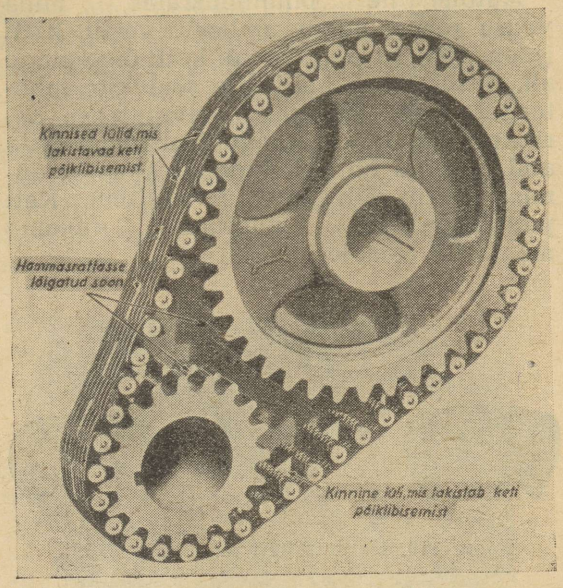
Jaotus- ja väntvõlli ühendushammas-



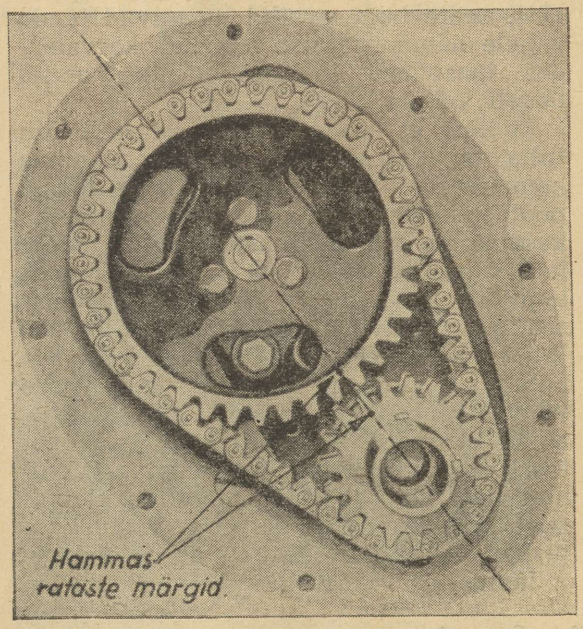
Keti äärmised lüiid on hammasteta. Keti keskmised lülid on hammasteta.

Joon. 171. Hammaskett.

rattad on märgitud (joon. 173), et neid oleks võimalik peale tarvilikku lahtivõtmist jälle õieti kokku panna.

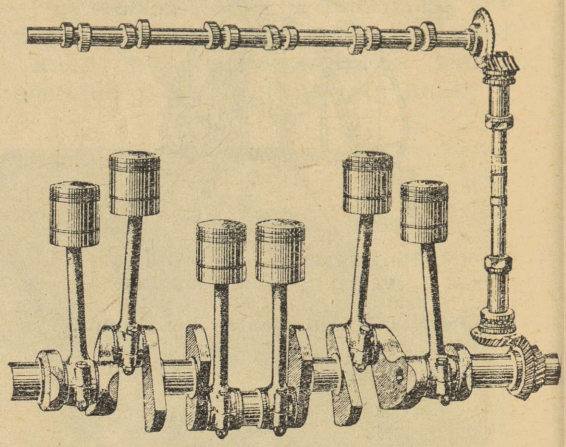


Joon. 172. Hammaskett hammasratastel.



Joon. 173. Märgitud hammasrattad.

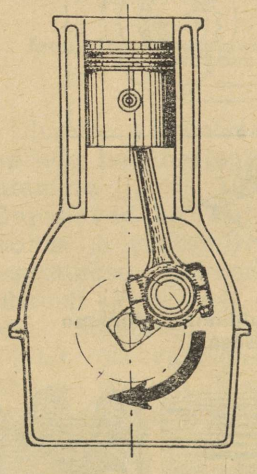
Rippuvate klappidega mootoril, mille jaotusvõll asetseb mootoriploki peal, ei saa kasutada otsest või kett-ülekannet kauge vahemaa tõttu, vaid jaotusvõlli ühendamine väntvõlliga toimub nn. püstvõlli kaudu (joon. 174). Väntvõll ajab kooniliste hammastega hammasratasülekande kaudu püstvõlli, mis omakorda ajab jaotusvõlli kooniliste hammasrataste kaudu.



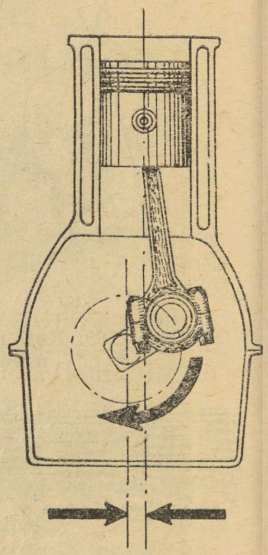
Joon. 174. Püstvõll.

Detsentreeritud mootor

Vanemad mootorid on ehitatud selliselt, et silindri keskjoon läbib täpselt väntvõlli keskjoont (joon. 175). Nüüdisaja mootorite silindrite keskjoon on viidud umbes kolvikäigu 10% võrra väntvõlli pöörlemissuunas väntvõlli keskjoonest kõrvale (joon. 176). Seda nimetatakse mootori detsentreerimiseks, s. o. tsentrist väljaviimiseks.



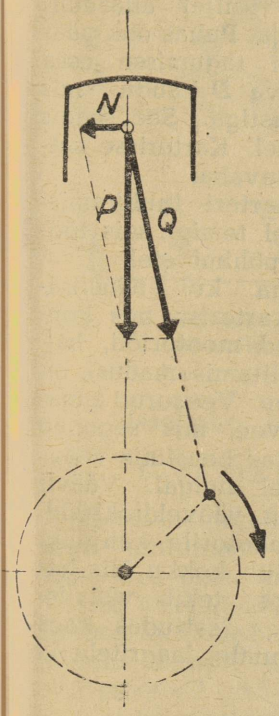
Joon. 175. Silindrite tsentreeritud asend.



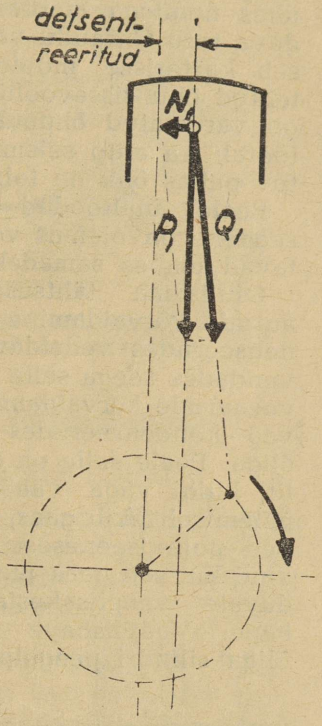
Joon. 176. Silindrite detsentreeritud asend.

Sellega vähendatakse silindrite kulumist.

Kepsu viltuse asendi tõttu tekib töötakti ajal kolvile külgsurve. Mida suurem on külgsurve, seda kiiremini kulub silinder kolvi ja silindri vahelise hõõrdumise tõttu. Plahvatussurve P jaotub kahele suunale:



Joon. 177. Plahvatussurve jaotus tsentreeritud mootoril.



Joon. 178. Plahvatussurve jaotus detsentreeritud mootoril.

a) kepsu suunale, mõjudes kepsu kaudu väntvõllile (jõud Q),

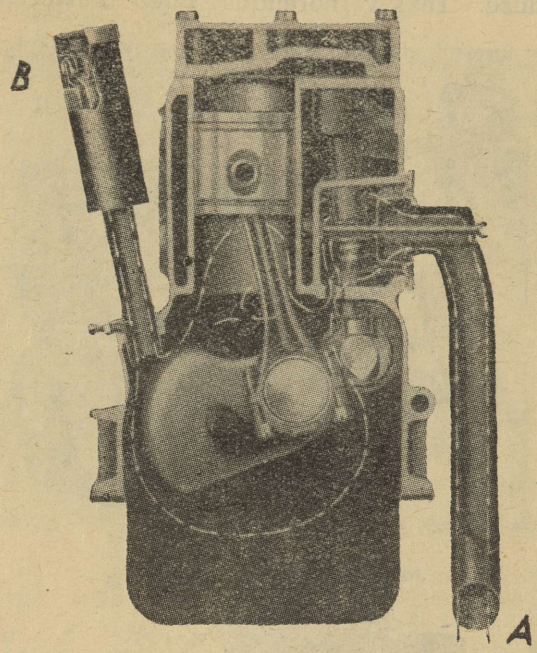
b) silindriseina suhtes ristisuunale, surudes kolb vastu silindriseina (normaaljõud N).

Detsentreeritud mootori kepsu kallakus kolvi allaliikumisel on väiksem kui detsentreerimata mootoril. Sellepärast on detsentreeritud mootoril ka külgsurve N_1 väiksem (joon. 178) ja mootori silinder kulub vähem. Mootori detsentreerimisega on võimalik külgsurvet vähendada poole võrra.

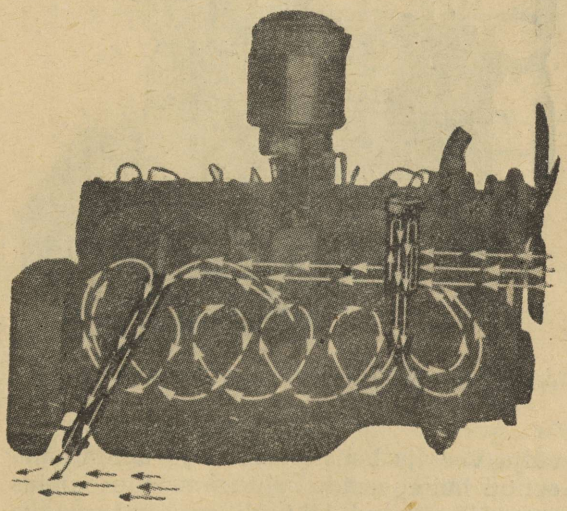
Näiteks on sõiduautode Gaz M-1, Gaz-11 ja Kim-10 mootorid detsentreeritud 3—4 mm piires.

Karteri tuulutamine

Mootori töötamisel pääsevad kõrge plahvatusrõhu all olevad gaasid kolvirõngaste ja silindriseinte vahelt karterisse — uuel mootoril vähesel määral, kulunud mootoril aga üsna rohkesti. Need gaasid toovad enesega aurustunult kaasa põlemata kütuse osakesi — bensiini ja vett. Need aurud karteris kondenseerudes rikuvad õli. Selle pahe vältimiseks



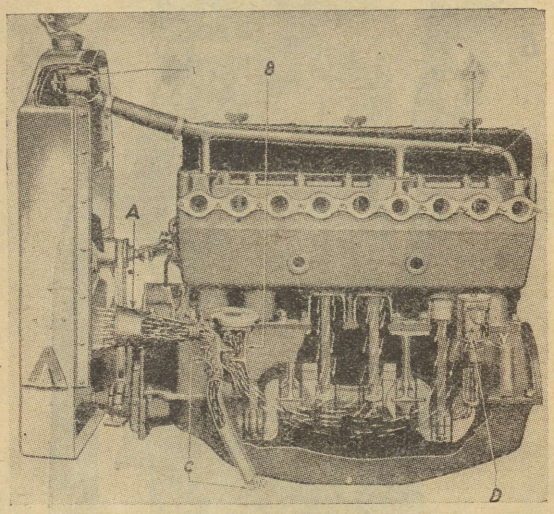
Joon. 179. Karteri tuulutus.
A — hõrendustoru; *B* — õli sissevalamisava.



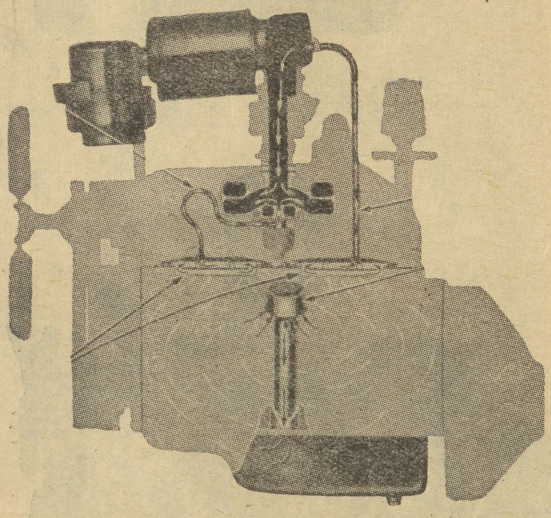
Joon. 180. Karteri tuulutamisseadis.

on automootoreile ehitatud karteri tuulutamisseadis.

Joonisel 179 toodud karteri tuulutamisseadis töötab järgmiselt. Karteri ülemise osa külge on väljapoole kinnitatud toru *A*, mille alumine ots lõpeb mootori õlipanni põhja kõrgusel. Toru alumise otsa ava on viltuse lõikega, mis on asetatud vastupidiselt auto sõidusuunale. Auto liikudes tekitab torust mööduv õhuvoolus toru alumises otsas hõrenduse. Tekkiv hõrendus imeb karterist



Joon. 181. Karteri tuulutus.



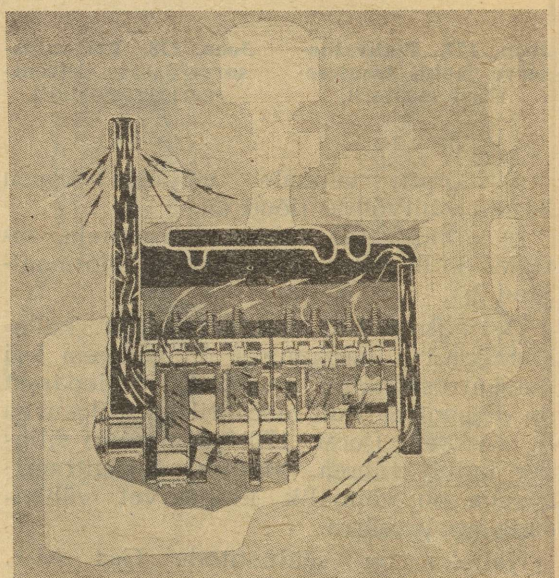
Joon. 182. Karteri tuulutus.

välja vee- ja bensiiniaurud ja sinna pääsenud heitegaasid. Puhta õhu juurdepääs on võimaldatud läbi õli sissevalamisava *B*. Selline karteri tuulutamisseadis töötab ainult siis, kui auto liigub. Paigalseisva auto töötava mootori puhul seadis ei tööta. Teises vaates on sama seadis toodud joonisel 180.

Teist tuulutamisviisi näeme joonisel 181. Ventilaator puhub õhku lehtritaolisse torru *A*. Siin peenenevas koonuses õhu kiirus suureneb. Kiire õhuvoolus möödub õli sissevalamisavast *B*, kisub selle kaudu karterist gaasid ja voolab ühes nendega mootori küljel allasuunduva toru *C* kaudu välja. Puhas õhk pääseb karterisse mootori tagumisse ossa tehtud õhu sissevooluava *D* kaudu, mis on varustatud õhupuhastiga. See seadis töötab ka auto seismisel. Karterisse sattuv puhas õhk on tolmuvaba.

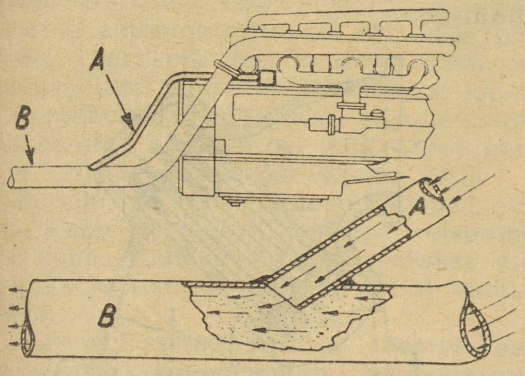
Peale ülaltoodud karteri tuulutamisseadiste on olemas veel teisigi, mis töötavad umbes samadel põhimõtetel.

Olulisema tähtsusega kui bensiiniaurude kõrvaldamine karterist, mis kondenseerudes vedeldavad mootoriõli, halvendades seega selle õlitamisomadusi, on veeaurude kõrvaldamine. Veeaurud annavad kondenseerudes vee, mis seguneb õliga. Peale selle on igas bensiinis väävlit, kuigi väga vähesel hulgal. Väävli põlemisel tekib gaas, nn. vääveldioksüüd. See pole iseenesest mootorile kahjulik, kuid kui see gaas puutub kokku õlis leiduvate veepiisakestega, tekib väävlishape. Väävlishape aga, sattudes koos õliga silindri peegelpinnale, laagritele ja



Joon. 183. Karteri tuulutus.

muudele mootoriosadele, mõjub metallile sööbivalt ning põhjustab mootori kiirendatud kulumist. Seepärast on väga oluline, et karteri tuulutamisseadis oleks alati korras. Joonistel 182, 183 ja 184 on toodud kolm erisugust karteri tuulutamisviisi, mille töötamine selgub jooniselt.



Joon. 184. Selliselt võib tuulutusseadise ehitada mootorile, mil see puudub.

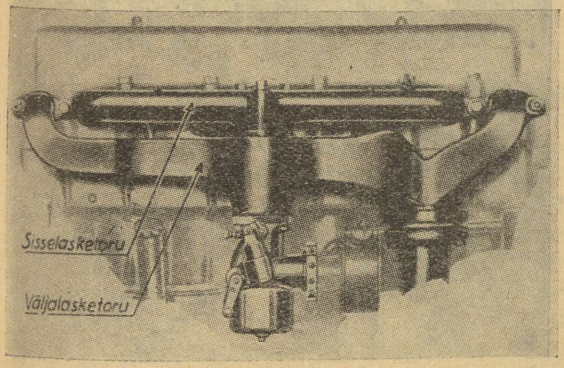
Sisselaske- ja väljalasketorustik

Sisselasketorustik

Sisselasketorustiku ülesandeks on küttesegu juhtimine karburaatorist mootorisse. See peab toimuma nii, et kõik silindrid saavad ühesuuruse täite ja ühesuguse küttesegu.

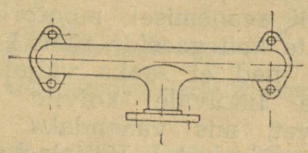
Kahe silindri sisselaskeklapid asetsevad mootoril kõrvuti, mis lihtsustab mootori sisselasketorustiku ehitamist. Seega vajab neljasilindriline mootor ainult kahte ja kuuesilindriline mootor ainult kolme sisselaskeava.

Vastavalt sellele vajab neljasilindrilise mootori sisselasketorustik ainult kahte haru (joon. 186).



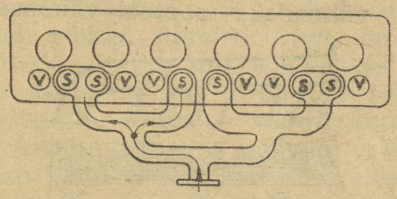
Joon. 185. Mootori sisse- ja väljalasketorustik.

Et kõik silindrid saaksid ühesuuruse täite, on väga oluline, et teekond karburaatorist kuni sisselaskeklapini oleks kõikidel silindritel ühepikkune. Joonisel 187 esitatud kuuesilindrilisel mootoril on see läbi viidud kahekordsete harude abil. Sisselase igasse silindrisse toimub sümmeetriliselt sisselasketorule ja karburaatorile. Seega on imemistakistused kõi-

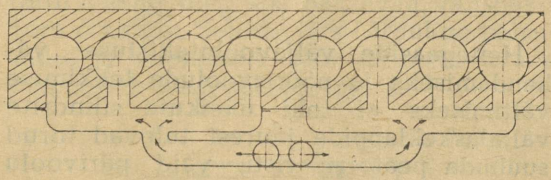


Joon. 186. 4-silindrilise mootori sisselasketorustik.

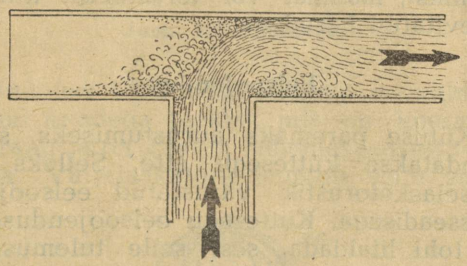
kidel silindritel võrdsed, mis tagab võrdseid silindritäiteid. Joonisel 188 on toodud kaheksasilindrilise mootori sisselasketorustiku skeem.



Joon. 187. 6-silindrilise mootori sisselasketorustik.



Joon. 188. 8-silindrilise mootori sisselasketorustik.



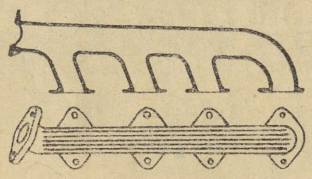
Joon. 189. Hoidutakse teravatest käänakutest.

Sisselasketoru valatakse malmist või alumiiniumisulamitest. Valmistamisel püütakse hoiduda teravatest käänakutest torul (joon. 189), mis põhjustaksid kütteseguse olevate kütuse osakeste põrkamist

vastu toru seina, kus nad segust väljalangemisel kondenseeruksid, muutes segu koostise lahjemaks.

Väljalasketorustik

Väljalasketorustiku ülesanne on heitegaaside väljajuhtimine mootorist. Väljalasketorustik peab võimaldama väljalaskeklapi avanemisel mootorist väljapaiskuvate heitegaaside rõhu kiiret langust, et nad ei saaks väljalasketaktil ülespoole liikuvale kolvile avaldada vastusurvet, mis vähendaks tunduvalt mootori võimsust. Väljalasketorustiku ehitus peab olema selline, et ta ei võimaldaks ühe silindri väljalaskel mõjutada teise väljalaset, s. o. kui väljalase ühes silindris ei ole veel lõppenud ja algab väljalase järgmises silindris, siis ei tohi järgmise silindri heitegaasid sattuda eelmisse silindrisse, mis samuti tunduvalt vähendaks mootori võimsust.



Joon. 190. Väljalasketorustik.

Heitegaaside väljavoolutakistuse vähendamiseks ja pöörisvoolude tekkimise vältimiseks ei tohi üksikute silindrite väljalaskeklappide juurest tulevad torud suubuda peatorru risti, vaid pärivoolu libajalt (joon. 190) ja ümardatud üleminekuga.

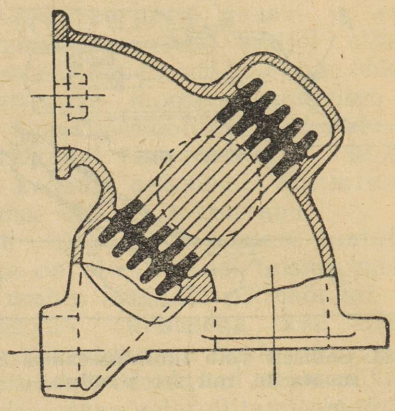
Väljalasketoru valmistatakse tempermalmist, malmist või terastorust külgekeevitatud harudega.

Eelsoojendus

Kütuse paremaks aurustumiseks soojendatakse küttesegu ette. Selleks on sisselasketorustik varustatud eelsoojendusseadisega. Küttesegu eelsoojendusega ei tohi liialdada, sest selle tulemusena väheneb mootori täiteaste.

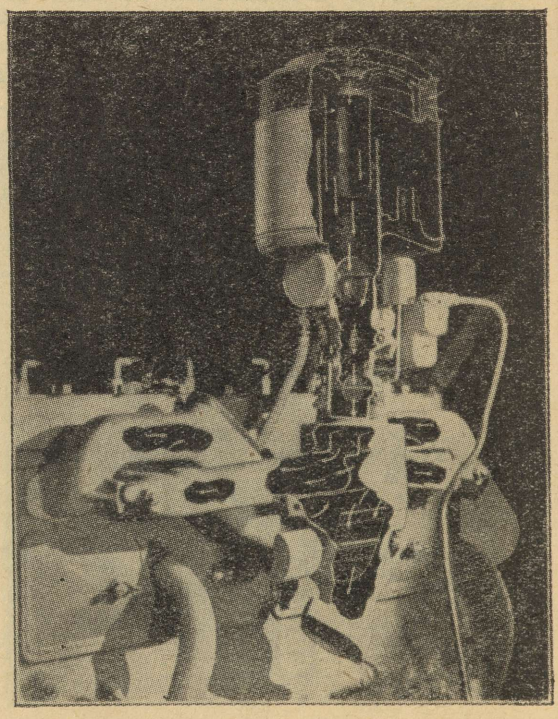
Küttesegu eelsoojendus peab toimuma kohal, kus segu kondenseerumist esineb kõige rohkem.

Vanematel autotüüpidel viidi eelsoojendamine läbi jahutusvee abil, mis mootorisärgist radiaatorisse voolamisel tegi ringi ümber sisselasketorustiku. Kuna jahutusvee temperatuur on liiga madal selleks, et nüüdisaja raskelt aurustuvat vedelkütust korralikult ette soojendada, on praegusaja automootorid varustatud eelsoojendusseadistega, mis töötavad mootorist väljapaiskuvate heitegaaside soojusega.



Joon. 191. Eelsoojendaja.

Joonisel 191 toodud eelsoojendusseadis on üks lihtsamaid. Sisselasketoru on varustatud ribidega sees- ja väljaspool. Välised ribid, mida kuumendavad kuumad



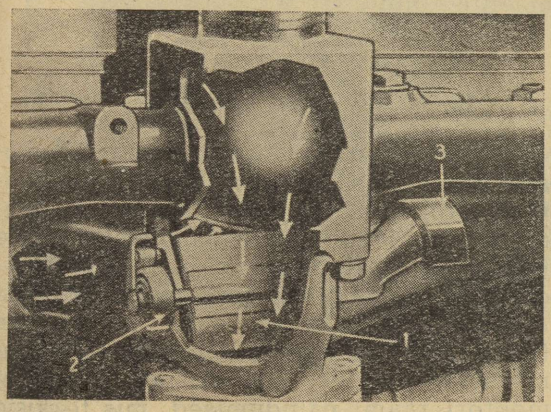
Joon. 192. Väljalasketoru embab sisselasketoru.

heitegaasid, annavad seespool oma soojuse läbivoolavale küttesegule. Ribid asetsevad just toru käänakul, kus küttesegu kondenseerumist esineb kõige sagedamini.

Joonisel 192 on sisselasketoru viidud läbi väljalasketoru. Peale kirjeldatute leidub veel hulk teisi eelsoojendusviise. Mõnedel automootoritel on võimalik juhiistmelt osaliselt reguleerida eelsoojenduse suurust, sulgedes hoovastiku kaudu klapiga heitegaaside pääsu sisselasketoru juurde ning juhtides osa heitegaase otseselt väljalasketorustiku kaudu välja.

Mõnede mootorite eelsoojendused evivad klappi või siibrit, millega eelsoojendus külmade ilmade tulekul seatakse suuremaks ja soojade ilmade puhul väiksemaks.

Mõnedel automootoritel teostub eelsoojenduse reguleerimine automaatselt, milleks on väljalasketorusse paigutatud termostaatklapp, mida tarvilikul määral avab bimetallist vedru (joon. 193).

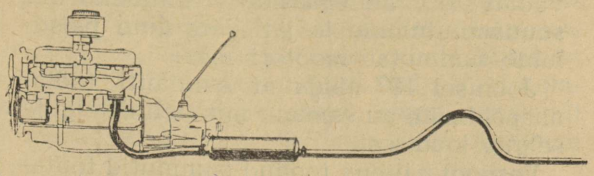


Joon. 193. Automaatne eelsoojenduse reguleerimine.
1 — termostaatklapp, 2 — bimetallvedru.

Summuti

Silindris on töötanud gaasid väljalaske algul umbes 3,5- kuni 6,5-atmosfäärilise rõhu all. Väljalaskeklapi avanemisel paiskuvad rõhu all olevad gaasid kiiresti silindrist välja, paisudes seejuures järsult algmahust 3 kuni 4 korda suuremaks. Selline mahu järsk muutumine on seotud müraga, mis sarnleb tuliriista paugutamisega. Et kaaskodanikke selle müraga mitte tülitada, näevad vastavad seadused ette, et automootorid peavad olema varustatud erilise seadisega mootorist väljuvate heitegaaside poolt tekitatava müra vältimiseks, nn. summutiga.

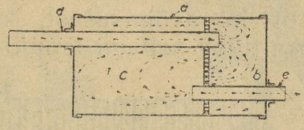
Üksikuist silindreist väljuvad heitegaasid satuvad väljalasketorustiku kaudu summutisse (joon. 194).



Joon. 194. Väljalasketorustik summutiga.

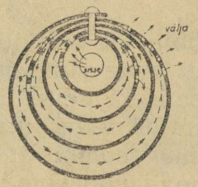
Summuti annab silindrist kõrge rõhu all väljavoolavaile heitegaasidele võimaluse paisuda aeglasemalt, vähendab nende väljavoolamiskiirust ja jahutab neid, millega gaaside maht ja rõhk vähenevad ning ühes sellega ka summutist väljuvate gaaside müra.

Summutite ehitusviise on väga mitmesuguseid. Joonisel 195 toodud summuti kujutab plekist silindrit *a*, mis on jaotatud avadega vaheseina abil kaheks osaks *b* ja *c*. Silindrist suure rõhu all väljuvad heitegaasid pääsevad väljalasketoru *d* kaudu summuti ossa *b*, kus nad paisuvad. Siit nad pääsevad läbi avade vaheseinas summuti ossa *c*, mille mahutavus on suurem kui osal *b*, paisuvad ja jahtuvad seetõttu veelgi ning siis pääsevad välisõhku toru *e* kaudu. Selline järk-järguline paisumine ja voolamine läbi mitmete avade summutab heitegaaside müra.



Joon. 195. Summuti.

Joonisel 196 toodud summuti on valmistatud avadega plekist, mis on keeratud spiraali ja on kaetud mõlemast otsast põhjaga. Väljalasketoru suubub selle sum-

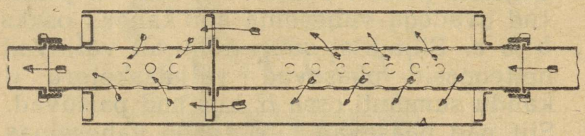


Joon. 196. Summuti spiraalselt keeratud avadega plekist.

muti ühe otsa kaudu spiraali keskpaika. Gaasid pääsevad silindrist esmalt summuti keskossa ja sealt järk-järguliselt läbi avade teistesse osadesse, kuni nad viimaks pääsevad välja. Siin esinev väljavoolavate heitegaaside mitmekordne suunamuutumine ja järk-järguline paisumine summutab mootori müra.

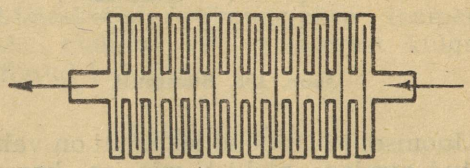
Joonisel 197 näidatud summuti töötamispõhimõte on samane mis eelmistelgi ja selgub joonisest.

Eespool näitena toodud summutid töötavad heitegaaside järk-järgulise paisumise põhimõttel, kuid kasutatakse ka summuteid, mis töötavad kuumade heitegaaside järk-järgulise jahutamise põhimõttel. Siin juhitakse kuumad, mootorist rõhu all väljuvad heitegaasid eriliselt ehitatud summutisse, mis heaks soojusjuhtimiseks tavaliselt valmistatakse vaskplekist. Heitegaaside maht summutis väheneb kiirel jahtumisel, millega kaob müra. Joonisel 198 on näidatud selline summuti.



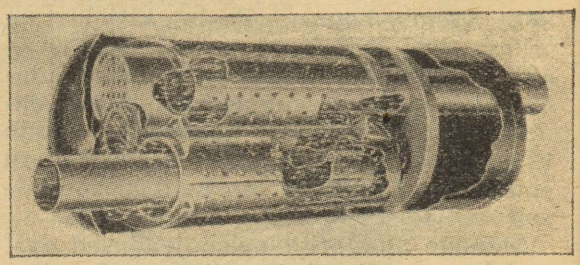
Joon. 197. Summuti mulgustatud torust.

On arusaadav, et väljalasketakti ajal summuti suurendab vastusurvet kolvile, mistõttu mootori võimsus väheneb. See mootori võimsuse vähenemine võib moodustada, nagu katsed näitavad, kuni 5% mootori koguvõimsusest, kuid müra vältimiseks tuleb sellega leppida.



Joon. 198. Gaaside jahutamise põhimõttel töötav summuti.

Vanematüübilistel autodel varustati väljalasketoru enne summutit eriklapiga, mille avanemisel heitegaasid pääsesid mootorist otseselt välisõhku, ilma et nad oleksid läbinud summutit. Seda klappi võis juht hoova abil avada juhiistmelt. Seda klappi kasutati väljaspool linna raskel veol või mäest ülessõidul, kui taheti mootorilt saada täit võimsust. Praegu on peaaegu kõikides riikides keelatud sellise väljalaskeklapi kasutamine, mistõttu nüüdisaja autosid nendega enam ei varustata.



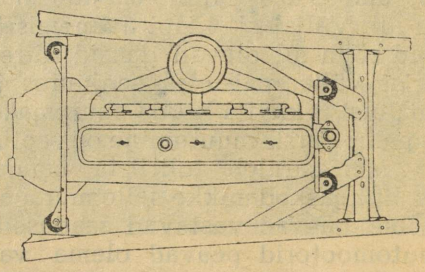
Joon. 199. Summuti.

Summutist väljuv toru peab olema paigutatud nii, et väljuvad heitegaasid ei suunduks kõnniteel liikuvaile inimesile, ei paiskuks kuumadena vastu sõiduki rehve ja auto metallosi, millele nad võiksid mõjuda sööbivalt, ega keerutaks üles maanteetolmu.

Mootori raamile kinnitamise viise

Vanemad automootorid kinnitati autoraamile neljas punktis. Kinnitamine toimus käppade abil, mis kas valati või kinnitati poltidega karteri ülemise poole külge. Selle kinnitusviisiga taheti tugevdada raami esiotsa, sest mootori käpad moodustasid kaks põiksidet autoraamile (joon. 200). Pealegi tuli ilmsiks selle kinnitusviisi puudus, mis seisnes selles, et mootori raami paindumised, mis tekkisid konarlikel teedel sõitmisel, avaldasid oma mõju ühtlasi ka karterile, tekitades väntvõlli paindumisi. See kutsus esile raamlaagrite kiire kulumise ja kuumenemise või koguni väljasulamise kuumenemise tagajärjel.

Kuna mootor oli poltidega tugevasti

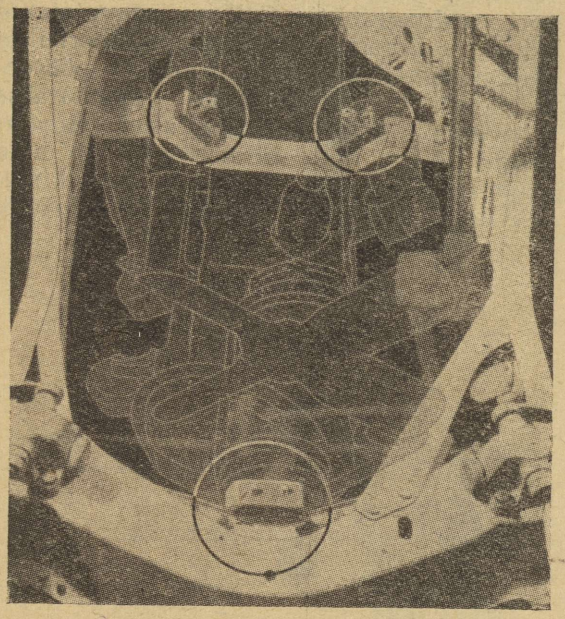


Joon. 200. Mootori kinnitus 4 punktis.

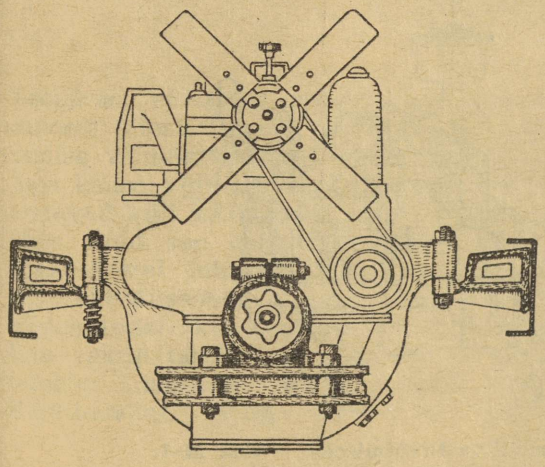
kinnitatud raami külge, kandusid kõik mootori vibreerimised raamile ja kerele, kutsudes esile murdumisi kere ja raami ühendustes ning vähendades sõidumugavust.

Et vältida raami paindumiste mõju kandumist mootorile, hakati mootoreid raami külge kinnitama kolmes punktis. Tavaliselt kinnitati mootori esiots raami esimesele ristkandjale ja tagumise otsa kaks käppa raami külgedele (joon. 201). Mootori kinnitamist raami külge kolmes punktis võib võrrelda kolme jalaga lauaga, mis püsib kindlasti jalgadel hoolimata põranda ebatasasusest, kuna nelja jalaga laud vajab täiesti tasast põrandat. Kolmepunktilist kinnitusviisi kasutatakse veoauto Zis-5 mootoritel (joon. 201-*a*).

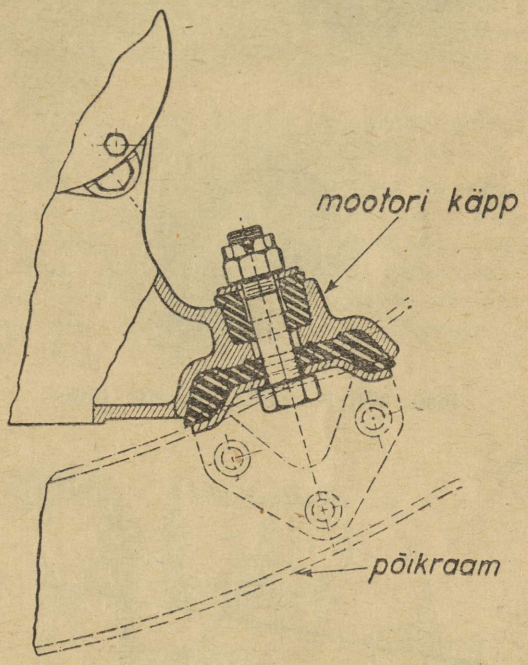
Mootori vibreerimiste raamile ja kerele ülekandumise takistamiseks asetatakse mootori kinnituskohtade vahele kummist puhvrid või padjad (joon. 202). Neid kummist puhvreid on mitut tüüpi, vastavalt mootori kinnitusviisidele, kuid ülesanne

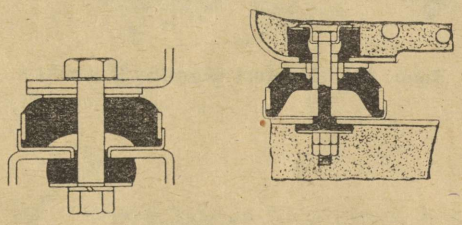


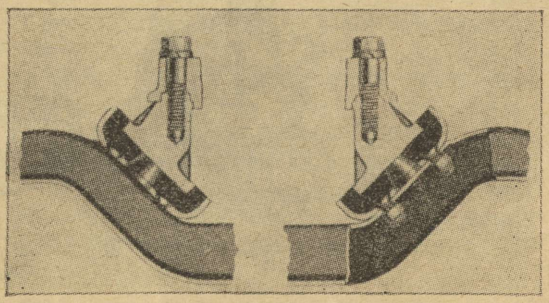
Joon. 201. Mootori kinnitus 3 punktis.



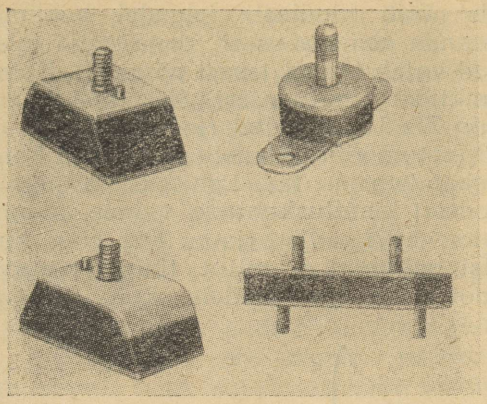
Joon. 201-a. Veoauto Zis-5 mootori kinnitus.







Joon. 202. Mootori käppade kinnitusviise raamile.

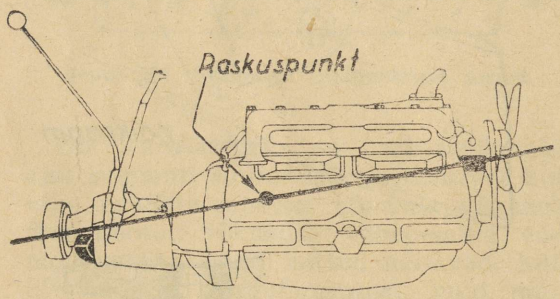




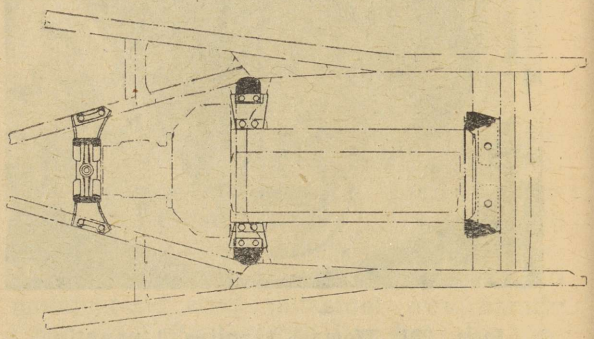
Joon. 203. Kummist puhvrite tüüpe.

on neil kõigil üks — takistada mootori metallosi puudutamast raami (joon. 203). See võimaldus ainult seetõttu, et leiti viis, mis võimaldab kummit vulkaniseerida metallplaadi külge.

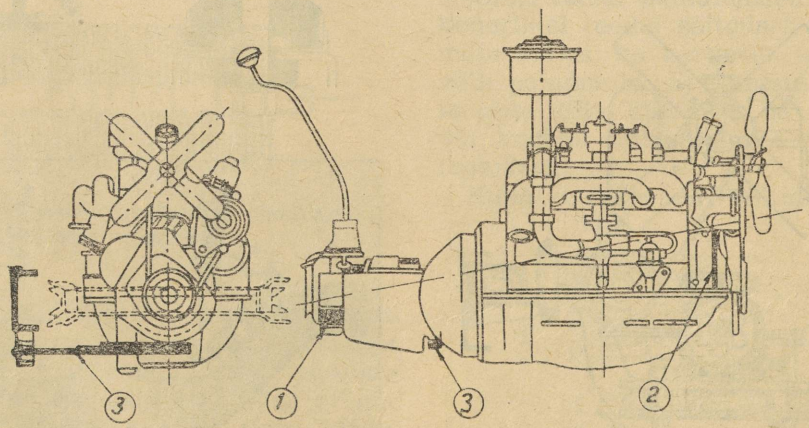
Mootori kinnitamise alal raami külge on mindud veelgi kaugemale, kinnitades teda raamile ainult kahes punktis (joon. 204). See kinnitusviis võimaldab mootoril õõtsuda iseseisvalt ja vibreerimised ei kandu seetõttu raamile. Kinnitamine on siin nii läbi viidud, et mootor toetub kahele kummist puhvrile, mis asetsevad selliselt, et nende ühendusjoon läbib mootori raskuspunkti. Sellega saavutatakse kõige väiksemat mootori vibreerimiste ülekandumist raamile. Mootori pöördemomendi vastuvõtmiseks kasutatakse lehtvedru, mis on kinnitatud mootori külge põigiti ning mille ots toetub auto raamile (joon. 205). Sellist mootori kinnitusviisi kasutame näiteks sõiduautol Gaz M-1.



Joon. 204. Mootori kinnitus 2 punktis.



Joon. 206. Mootori kinnitus 5 punktis.

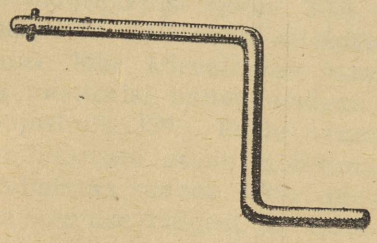


Joon. 205. Mootor tugivedruga pöördemomendi vastuvõtmiseks — Gaz M-1.
1 — mootori tagapoolne tugi, 2 — mootori eespoolne tugi,
3 — tugivedru pöördemomendi vastuvõtmiseks.

Joonisel 206 on toodud näide mootori kinnitamisest viies kohas. Seda kinnitusviisi kasutatakse peamiselt pikkade, näit. 8-silindriliste mootorite juures, nagu sõiduautol Zis-101.

Käivitusvänt.

Käivitusvänt leiab uuematel autodel üha vähem kasutamist, sest mootori käivitamine käivitus-elektrimootoriga (starteriga) on muutunud niivõrd täiuslikuks ja töötamiskindlaks, et pole enam karta rikete tekkimist elekterkäivitusseadmes.



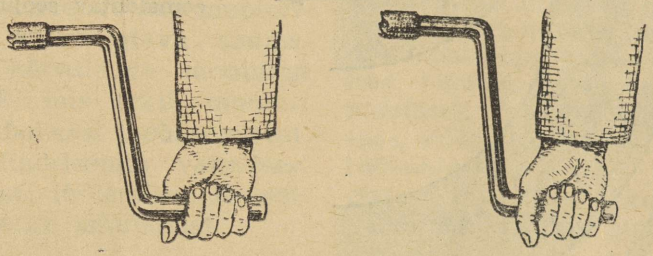
Joon. 207. Käivitusvänt.

tatud kas hammastega või tihvtiga, mis haaravad väntvõlli esiotsas olevaid hambaid, kui käivitusvänt surutakse mootori väntvõlli pööramiseks vastu väntvõlli esiotsa.

Käivitusvända ja väntvõlli esiotsa hambad on tehtud selliselt, et käivitamisel vända hambad võtavad väntvõlli kaasa, kuid kui mootor käivitub ja väntvõll hakkab pöörlema, suruvad väntvõlli esiotsa hambad käivitusvända väntvõllist eemale. Sellega välditakse käivitusvända kaasapöörlemist väntvõlliga mootori käivitumisel, mis võiks põhjustada käeluumurdeid.

Mootori käivitamine käivitusvändaga nõuab vilumust, nagu iga muugi töö.

Mootori käivitamisel aetakse käivitusvändaga mootori väntvõlli 1 kuni 2 pööret ringi, lülimata sisse elektersüüdet. Sellega imetakse küttesegu mootorisse. Siis lülitakse elektersüüde sisse ja tõmmatakse käivitusvänt kiire liigutusega alt üles.



Õige Valesti

Joon. 208. Käivitusvända hoidmine.

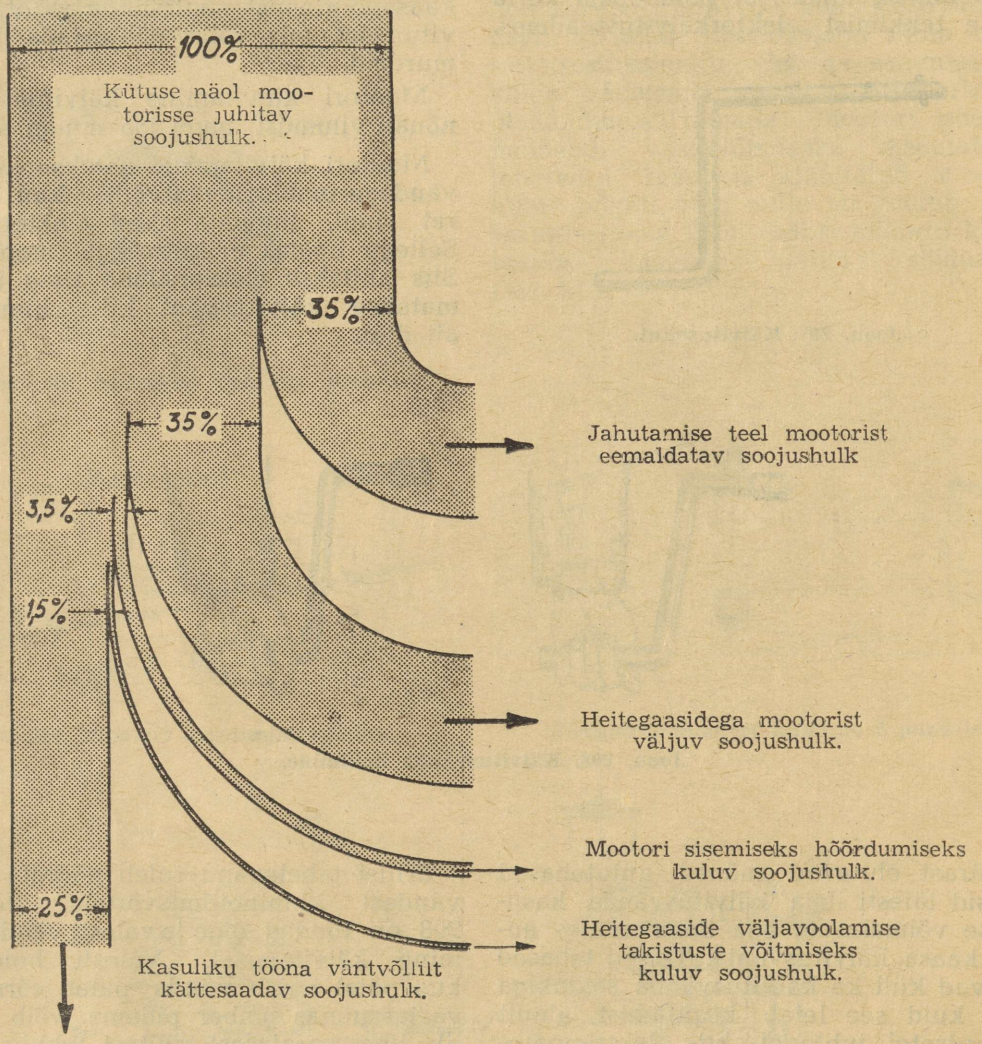
Seepärast ehitavad mõned autotehased autosid täiesti ilma käivitusvända kasutamise võimaluseta ega anna müües autoga kaasa käivitusvänta. Teised tehased annavad küll ka käivitusvända sõidukiga ühes, kuid see leiab kasutamist ainult erakordsetel juhtudel, kui elektrimootoriga käivitusseadmes tekib rike. Võidusõiduautodel, kus kerguse mõttes ei kasutata akupatareid ja käivitit, käivitatakse mootor käivitusvända abil. Käivitusvänt (joon. 207) on varus-

Erilist tähelepanu tuleb pöörata käega vändast kinnihoidmisvõttele. Joonisel 208 on toodud õige ja valesti vända hoidmine käivitamisel. Valesti hoidmisel, kus pöial hoiab vända pidet sõrmedele vastassuunas ümber pideme, võib juhuslik, liiga varajasest süütest tekkiv vända tagasilöök purustada käe. Kui aga pöial hoiab vända pidet, nagu teisedki sõrmed samalt poolt pidet, tõmbab vända tagasilöök vändapideme käest välja, jättes käe terveks.

III. MOOTORITE JAHUTAMINE

Jahutamise tarvidus

Mootori töötamisel järgnevad töötaktid silindris üksteisele väga sagedasti. Keskmiselt tekib silindris 1000 kuni 2000 töötakti minutis. Kütte-segu põlemisel (plahvatusel) vabanev soojushulk on väga suur, samuti on silindris valitsev temperatuur kõrge, tõustes töötaktil kuni 2000° C. On arusaadav, et silindriseinad, kolvi põhi, põlemiskambri seinad, klapid jne., puutudes kokku kuumade gaasidega, kuumenevad. Kui poleks ette nähtud eriseadet mootori jahutamiseks, muutuksid need osad juba mootori lühiajalise töötamise järel niivõrd tuliseks, et silindriseintel olev õli kaotaks oma õlitamisomadused, söestuks ning kolvid põleksid silindreisse kinni. Seepärast, et mootor võiks töötada, peab seda jahutama.



Joon. 209. Mootori soojusejaotuse diagramm.

Jahutamise teel mootorist kõrvaldatav soojushulk on väga suur, võrreldes kasulikult kasutatava soojushulgaga. See on pahe, millest praegusaja automootorite ehitajad ei oska veel üle saada.

Praegusaja automootorisse kütusena juhitavast soojushulgast kasutatakse kasulikult, s. o. saab töö näol väntvõllilt kätte, vaid 22%, heal juhul kuni 25% — ülejäänud hulk, s. o. 75—78% läheb asjatult kaotsi. See on pahe, kuid selle pahega tuleb praegusel ajal leppida kui paratamatusega. See näitab, kuivõrd suured arenemisvõimalused on karburaatormootoreil veel ees soojuse parema kasutamise mõttes. Praegusel ajal ehitatavate gaasiturbiinidega on see juba teataval määral saavutatud.

Nagu diagrammist (joon. 209) nähtub, on suurimaiks kadudeks silindriseintest jahutamise läbi kõrvaldatav soojushulk 35% ja mootorist heitegaasidega eemalduv soojushulk 35%. Peale nende kulub mootori liikuvate osade hõõrdumistakistuse võitmiseks umbes 3,5% mootorisse juhitava soojuse hulgast ja 1,5% heitegaaside väljavoolamistakistuse võitmiseks läbi väljalasketorustiku ja summuti. Efektiivselt kasutatakse ainult 25% kütuse soojusest.

Peale liigselt kuumenevate mootoriosade jahutamisel kõrvaldatava soojushulga on tarvilik kõrvaldada mootorist ka see soojushulk, mis tekib mootori üksikosade omavahelisest hõõrdumisest, näit. kolbide ja silindriseinte vahelisest hõõrdumisest mootori töötamisel. Ka selleks on vaja mootorite jahutamist.

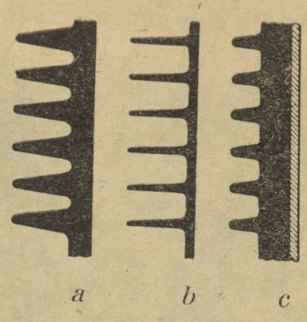
Kõige rohkem jahutamist vajavad need mootoriosad, mis puutuvad kokku põleva seguga ja kuumade heitegaasidega. Need on: survekambri ja silindri seinad ning kolvi põhi ja klapid.

Mootorite jahutamiseks kasutatakse kahte viisi:

1) õhkjahutus,
2) vesijahutus.

Õigemini öeldud on teine viis samuti õhkjahutus selles mõttes, et mootori kahjulik soojus juhitakse välisõhku kaudselt, vee kaudu, kuna esimesel viisil juhitakse kahjulik soojus mootorist otse välisõhku.

Polaarmais (külma kliimaga maades) ja mõnedel eriotstarbeks ehitatud mootoreil, kus on karta vee külmumist, kasutatakse vee asemel vahendajana õli soojuse juhtimiseks mootorist välisõhku.



Joon. 210. Jahutusribide kujud.

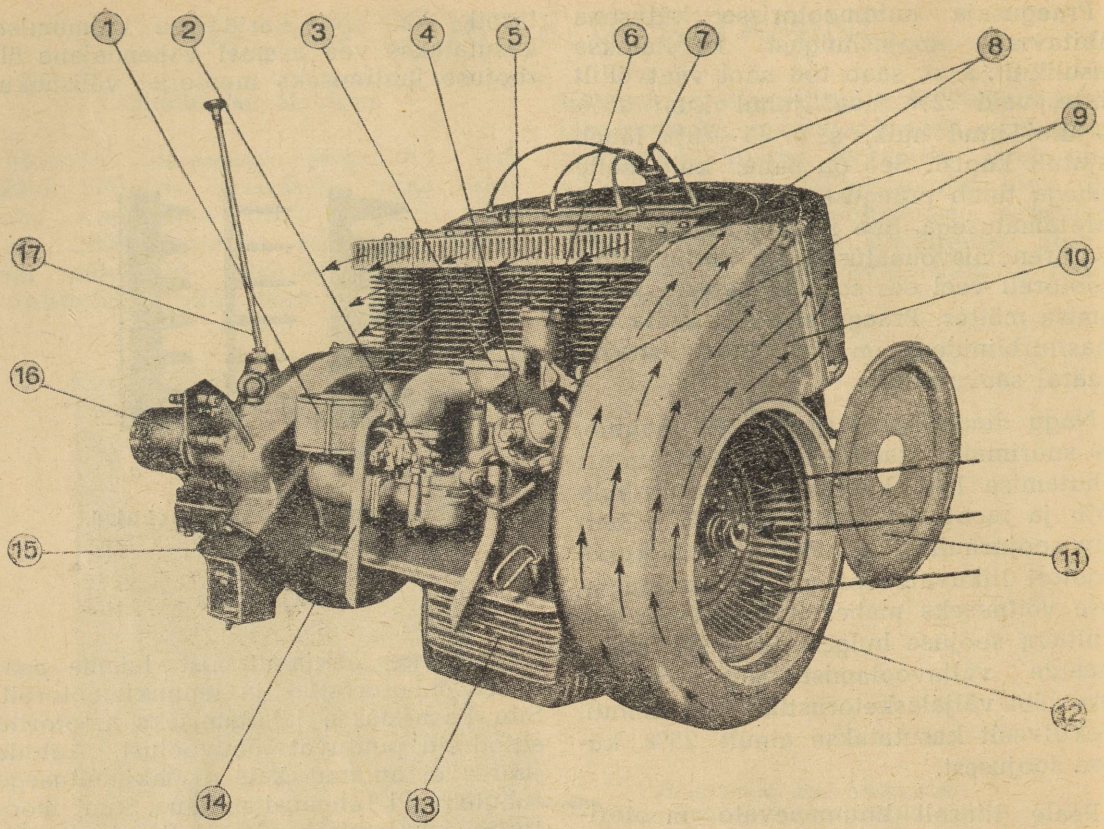
Õhkjahutus

Mootorite õhkjahutamist leiame peamiselt mootorratta- ja lennukimootoreil. Siin kasutatakse jahutamiseks mootorite silindreid puutuvat õhuvoolust. Autode juures ei andnud katsed õhkjahutusega rahuldavaid tulemusi niikaua, kuni mootorite jahutamiseks kasutati ainult sõidul mootoriga kokkupuutuvat õhuvoolust. Nüüdisaegsete õhkjahutusega automootoreil kasutatakse heade tulemustega erilisi ventilaatoreid, mis mootori töötamisel puhuvad õhku jahutamise otstarbel vastu silindreid. Seega mootor jahtub ka siis, kui auto seisab.

Õhkjahutusega mootorite silindrid on varustatud ribidega, mis suurendavad jahutuspinda soojuse paremaks üleandmiseks välisõhule.

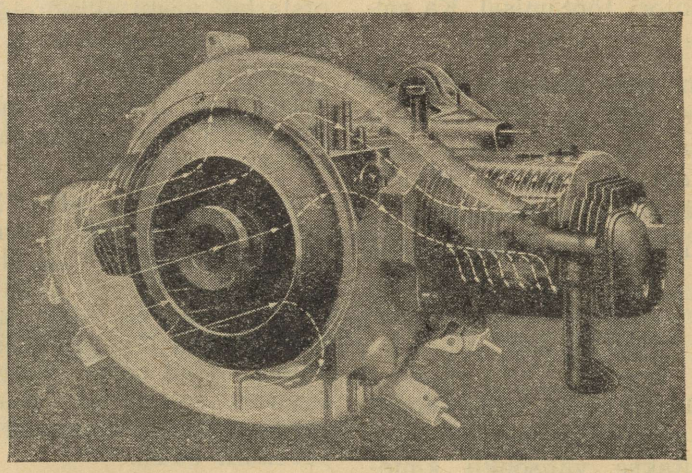
Malmsilindrid, mida leiame vanematüübilisil mootoreil, on valatud ühes ribidega (joon. 210 *a*). Need ribid kui ka silindrite seinad on paksud ega juhi seetõttu soojust nii hästi kui uuemal ajal kasutatavad terassilindrid (joon. 210 *b*). Viimased on sama tugevuse puhul palju õhemad, samuti on jahutusribid õhemad ning seetõttu annavad soojust õhule paremini edasi.

Mõned automootorite tehased valmistavad õhkjahutusribidega mootorisilindreid alumiiniumist, sest alumiinium juhib soojust hästi. Kulumise vältimiseks asetatakse silindreisse teraspussid (joon. 210 c).



Joon. 211. Õhkjahutusega automootor.

1 — Õhupuhasti. 2 — Karburaator. 3 — Õli sissevalamisava. 4 — Bensiinipump. 5 — Silindrite kaaned. 6 — Jahutusseadme termostaat. 7 — Küünlajuhtmed. 8 — Õhukanal. 9 — Jahutusõhu regulaatori hoob. 10 — Ventilaator. 11 — Kaitsesõel. 12 — Ventilaatori tiivikratas. 13 — Karter. 14 — Eelsoojendustoru. 15 — Kummipuhver. 16 — Käiviti. 17 — Käigukang.

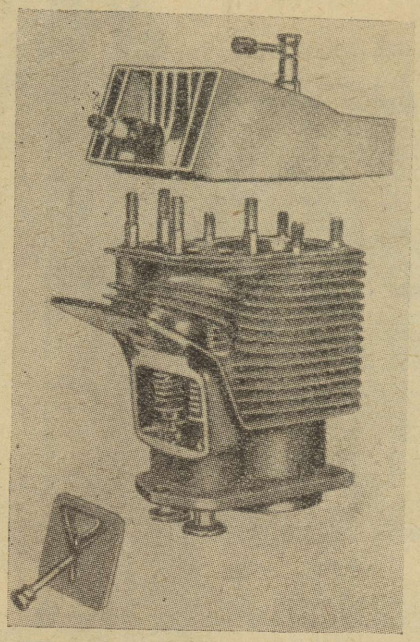


Joon. 212. Õhkjahutusega mootor ventilaatoriga.

Joonisel 211 on toodud õhkjahutusega 4-silindriline automootor. Mustade nooltega on näidatud õhuvool, mis ventilaatori poolt juhitakse üksikute silindrite juurde õhukanali ja jahutuskambrite kaudu. Tehase andmeil ülalnimetatud

mootori ventilaator ei tarvita töötamiseks rohkem jõudu kui vesijahutuspump.

Mootori iga silinder evib iseseisvat kaant (joon. 213), mis surveruumi paremaks jahutamiseks on varustatud ribidega.

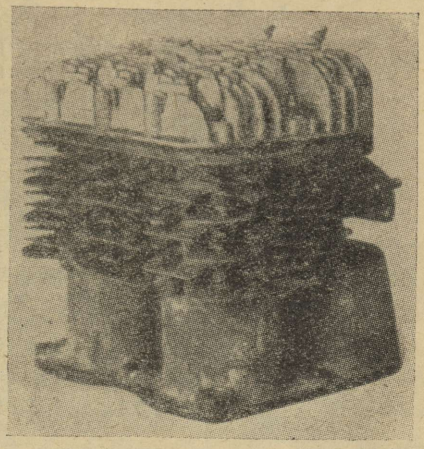


Joon. 213. Õhkjahutusega mootori silinder kaanega.

Termostaadi abil automaatselt töötav õhu juurdevooluklapp hoolitseb mootori ühtlase jahutamise eest. Külma mootori käivitamisel hoiab termostaat õhu juurdevooluklapi suletuna niikaua, kuni mootor pole saavutanud oma töötamistemperatuuri.

Suuremat jahutamisvõimet evib mootor, mille õhkjahutusribid ei kulge tervikrõngastena ümber silindri, vaid asetsevad silindril korrapäratult üksikute lestadena (joon. 214).

Õhkjahutuse kasutamisele võtmist automootoritel takistavad auto kasutamistingimused. Kord sõidab auto täiskiirusega mööda tasast teed, samas peab ta aeglaselt üles liikuma pikal mäetõusul, kusjuures mootor töötab täispööretel. Mootori jahutusseade peab võimaldama ühesugust jahutamist nii suvise kuumusega, kui temperatuur on 30° või rohkem, kui ka talvel pakasega, kui on 20° või rohkem külma. Et õhkjahutamist kohandada mitmesuguste ilmastikuoludega, valmistavad mõned autotehased õhkjahutusventilaatori tiivad äravõetavatena. Ilmade külmemaks muutumisel võetakse ventilaatori küljest tarviduse kohaselt üks või rohkem tiibu ära jahutusseadme kohandamiseks ilmastikuga.



Joon. 214. Silinder õhkjahutusribidega.

Õhkjahutusribid tuleb hoida õlist, tolmust ja porist puhtad, sest vastasel korral takistuks soojuse üleandmine ribidelt õhule ja mootor võib üle kuumeneda.

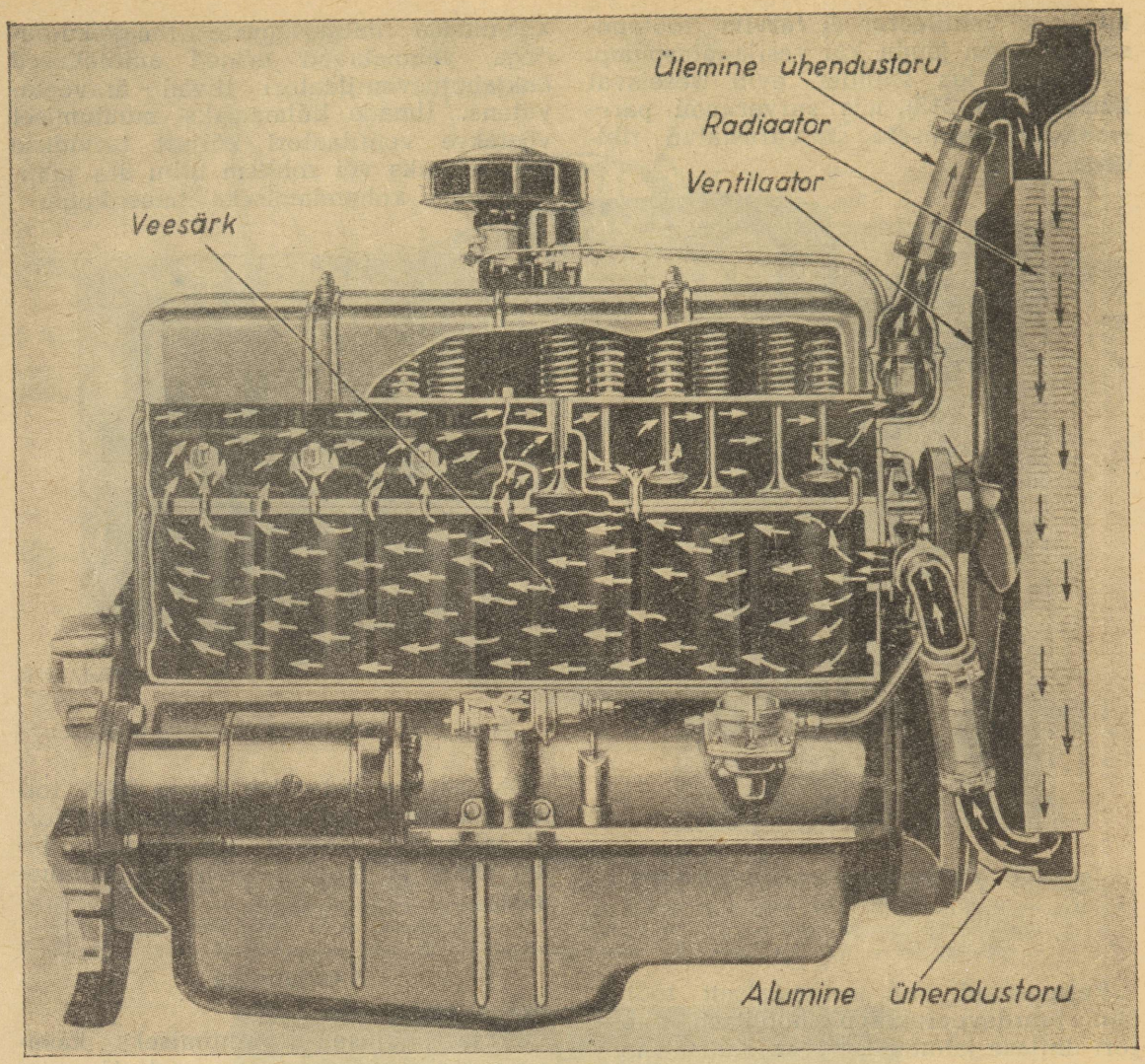
Vesijahutus

Liigse soojuse ärajuhtimiseks kasutatav vesijahutusseade koosneb järgmistest osadest (joon. 215):

V e e s ä r k. Veesärk on mootori silindrite jahutamist vajava osa ümber. Jahutusvesi voolab läbi veesärgi ümber silindriseinte ning võtab neilt liigse soojuse kaasa.

R a d i a a t o r (j a h u t i). Kuumenenud vesi juhitakse radiaatorisse, kus see jaheneb. Jahenenud vesi voolab uuesti veesärki tagasi silindrite jahutamiseks. Sel teel on võimalik jahutusseadmes olevat vett pidevalt kasutada mootori jahutamiseks ja vesi ei soojene veesärgis keemistemperatuurini.

V e n t i l a a t o r. Ventilaator imeb õhku läbi radiaatori. See võimaldab radiaatoris olevat kuuma vett jahutada ka siis, kui auto seisab, mootor aga töötab edasi, või kui auto liigub aeglaselt



Joon. 215. Vesijahutusseade.

raskel veol, mootor aga töötab täispööretel, s. o. juhtudel, kui autosõidust tekkivast radiaatorit läbivast õhuvoolusest ei piisa mootori jahutamiseks.

Vee ringvool jahutusseadmes. Automootorite vesijahutusseadmeis toimub veeringvool kahesuguselt:

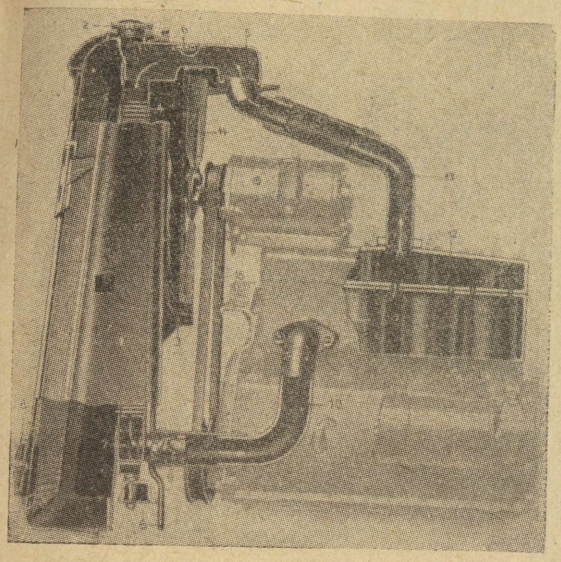
1) termosifooniliselt või
2) pumba survel.

Sellest ongi nimetused: termosifooniline jahutus ja pumpjahutus.

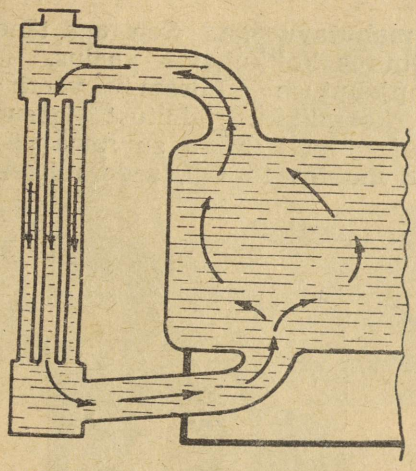
Termosifooniline jahutus

Termosifoonilises jahutusseadmes põhjustab veeringvoolu seadmes esinev veetemperatuuride vahe, nagu ütleb nimigi. Teatavasti esineb looduses nähtus, et vesi kuumenedes muutub erikaalult kergemaks. Seepärast külmem vesi kui raskem vajub allapoole ja tõstab soojema kui kergema ülespoole. Sel loodusnähtusel põhjenebki termosifooniline jahutus. Jahutusseade (joon. 216) on täidetud veega, s. o. vesi täidab nii veesärki, radiaatorit kui ka ühendustorusid, mis ühendavad radiaatorit veesärgiga. Mootori töötamisel vesi soojeneb, muutub erikaalult kergemaks ning kerkib üles, voolates radiaatorisse läbi ülemise ühendustoru. Samal määral voolab külma vett radiaatorist veesärki alumise ühendustoru kaudu. Soe vesi, sattudes radiaa-

torisse, jahtub, muutub erikaalult raskemaks, vajub allapoole ja voolab veesärki tagasi. Nii hakkab vesi mootori jahutusseadmes iseenesest ringi voolama ainult seetõttu, et mootori jahutusveesärgis on vesi kuumem kui radiaatoris (temperatuuride vahe).

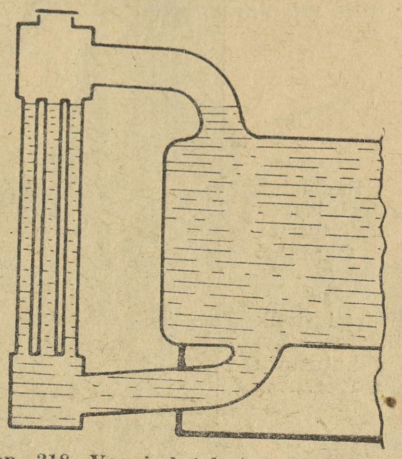


Joon. 216. Termosifooniline jahutusseade.



Joon. 217. Jahutusseade, täidetud veega — ringvool olemas.

Termosifoonilise jahutusseadme korralikuks töötamiseks peab seade olema alati täidetud veega kuni ülemise ühendustoru kõrgeima täpini (joon. 217). Juhul, kui vesi mõnel põhjusel seadmes on vähenenud (ära auranud, ühendustoru halva ühenduse tõttu välja voolanud jne.) niivõrd, et ülemine veepind on katkestatud (joon. 218), ei saa vesi jahutusseadmes enam ringi voolata, mistõttu veesärgis olev vesi hakkab keema ning mootor kuumeneb üle.



Joon. 218. Veepind jahutusseadmes katkenud — ringvoolu pole.

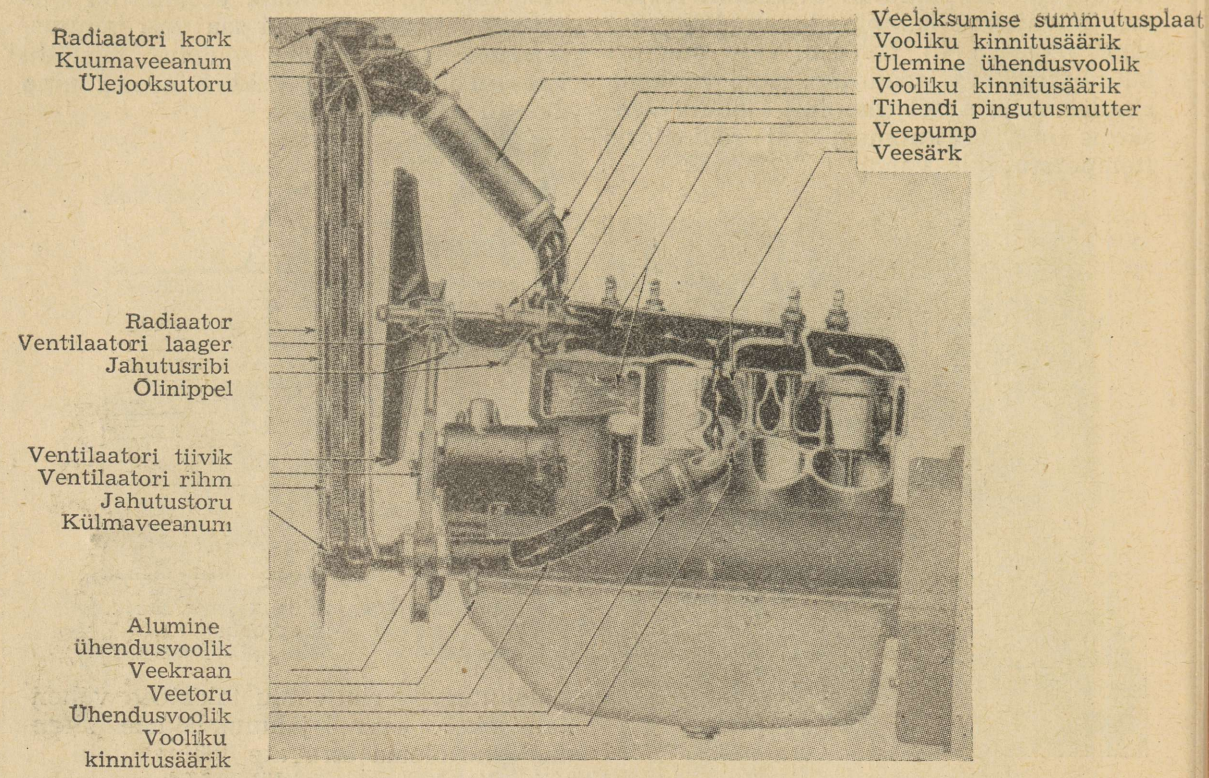
Jahutusvee ringvoolu takistuse vähendamiseks peavad jahutusseadme ühendustorud olema teravate käänakuteta ja võimalikult suure läbimõõduga. Hea jahutuse kindlustamiseks peab radiaator olema termosifoonilise jahutuse puhul mahult suurem kui pumpjahutuse puhul.

Termosifoonilise jahutuse puuduseks on mootori ülekuumenemine pikaajalisel täiskoormatusega töötamisel.

Termosifoonilist jahutust kasutatakse näiteks sõiduautodel Kim-10.

Pumpjahutus

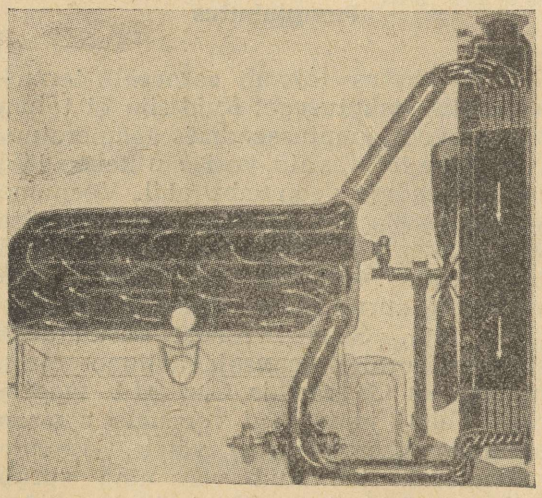
Pumpjahutus toimub sarnaselt termosifoonilise jahutusega. Kuid siin ei toimu veeringvool jahutusseadmes temperatuuride vahe tõttu, vaid vesi surutakse läbi jahutusseadme veepumba abil. Veepump võib asetseda kas jahutusseadme ülemise või alumise ühendustoru juures. Esimesel juhul võtab veepump mootorist kuuma vett ning surub selle üles radiaatorisse (joon. 219). Seda moodust kasutatakse suuremal osal praegusaja automootoreil, näiteks ka Gaz-AA ja Gaz M-1 mootoreil. Teisel juhul (kui veepump asetseb alumises ühendustorus) võtab veepump radiaatorist jahtunud vee ning surub selle veesärki (joon. 220), näiteks sõiduauto Zis-101 ja veoauto Zis-5 mootoreil.



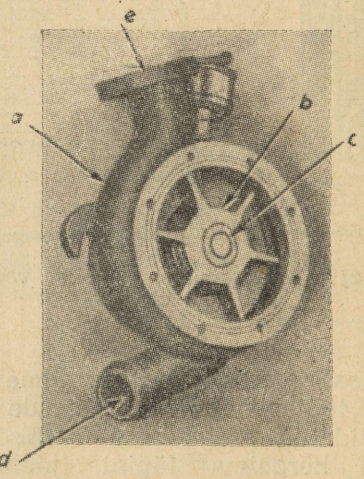
Joon. 219. Veepump on ülal veesärgis Gaz-AA ja Gaz M-1 mootoritel.

Mõlemal juhul toimub jahutusvee ringvool jahutusseadmes sundkorras veepumba survel. Pumpjahutusseadmes toimub veeringvool kiiremini kui termosifoonilises jahutuses. Seetõttu radiaator võib pumpjahutusega seadmel olla väiksema mahutavusega. See aga tähendab auto juures kokkuhoidu kaalus.

Pumpjahutuse kiirem veeringvool tagab korralikku jahutust igasuguseil mootoripööretel. Mida suurema pööretearvuga mootor töötab, seda rohkem va-



Joon. 220. Jahutusseadme veepump asetseb all.



Joon. 221. Veepump.
a — Pumba kest. *b* — Tiivik. *c* — Võll.
d — Vee sissevool. *e* — Vee väljavool.

jab ta jahutust. Pumpjahutus võimaldabki seda, sest suurema mootori pööretearvu puhul tõuseb ka pumba surumistöö, mistõttu veeringvool jahutusseadmes muutub kiiremaks.

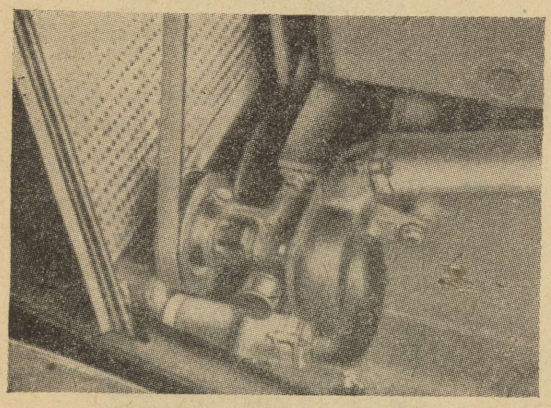
Jahutusseadmes vajalik veehulk sõltub mootori võimsusest ja jahutamise viisist. Termosifooniline jahutus vajab suuremat veekogust kui pumpjahutus. Näiteks on jahutusseadme maht Kim-10 — 7 l, Gaz-AA — 12,5 l, Zis-5 — 23 l, Zis-8 — 32 l, Zis-101 — 22 l, Jag-6 — 58 l.

Jahutusseadme veepumbad

Peaaegu kõik kasutamisel olevate automootorite pumpjahutusseadmed on varustatud tsentrifugaalpumbaga.

Tsentrifugaalpump (joon. 221) koosneb kestast *a*, milles pöörleb tiivikratas *b* võllil *c*. Vesi pääseb pumpa pumbakesta keskpaika suubuva ava kaudu läbi toru *d*. Pöörleva tiivikratta tiibade vahele sattuv vesi paisatakse tsentrifugaaljõul kesta välisringil oleva ava *e* kaudu välja ning juhitakse veesärki.

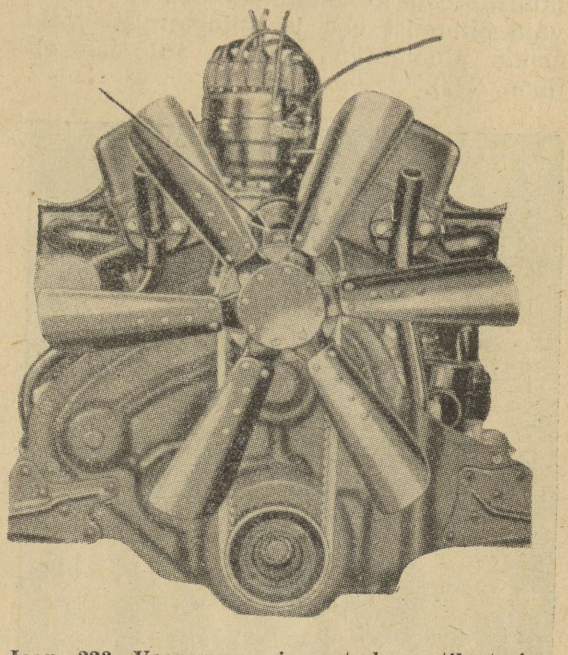
Joonisel 222 näidatud tsentrifugaalpump asetseb radiaatori ja veesärgi vahelises alumises ühendustorus.



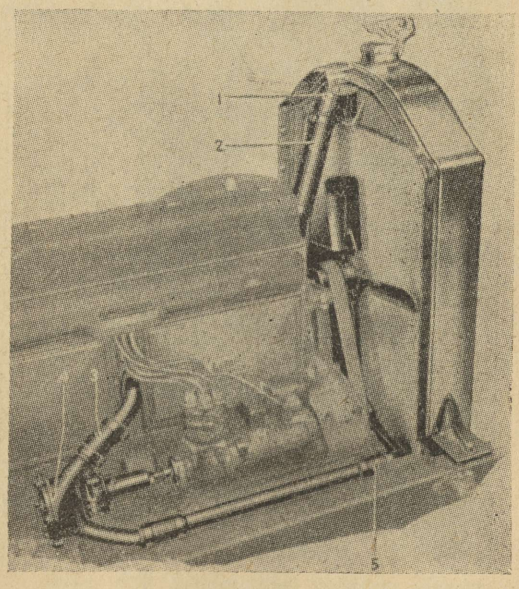
Joon. 222. Veepump alumises ühendustorus.

Veepumbad saavad liikumise rihmülekande kaudu kas otse väntvõllilt või mõnelt muult mootori vahevõllilt (joon. 223) või on otseses ühenduses dünamo- või magneetovõlliga (joon. 224).

Nüüdisaja mootoreil asetseb veepump mootori esiotsas veesärgi ülemises osas, kust ühendustoru suubub radiaatorisse (joon. 225). Siin veesärk moodustab ühtlasi ka pumba kesta ning pumba tiivikratas asetseb ventilaatoriga ühisel võllil, saades liikumise kiilrihma kaudu otse väntvõllilt. Pumba tiivikratta võll pöörleb kas kuullaagreis või pronkspusslaagreis. Laagrite õlitamiseks on ette nähtud

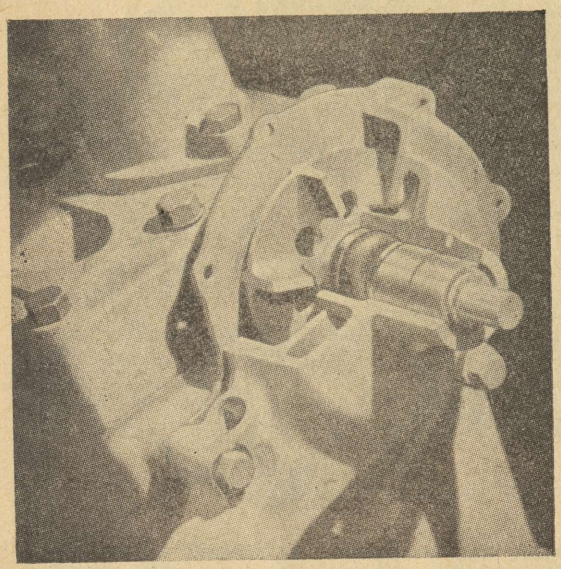


Joon. 223. Veepump, mis asetseb ventilaatoriga ühisel võllil, saab liikumise väntvõllilt kiilrihma kaudu.

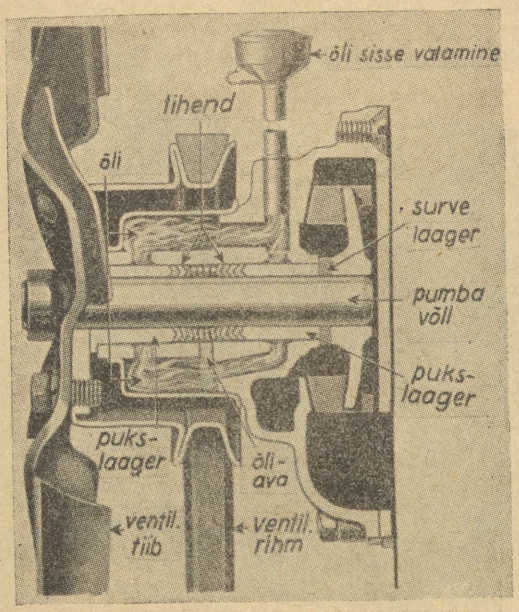


Joon. 224. Veepump ühisel võllil dünamoga.

vastavad avad (joon. 226). Et vesi ei saaks võlli ja laagrite vahelt välja voolata, on võll tihendatud rasvanöörtihendiga, mida on võimalik mutri abil tarviduse kohaselt järelpinetada. Nüüdisaja automootorite veepumpade tihendid koosnevad grafiitseibidest ja sünteetilistest (kunstlikest) kummitihenditest. Need ei vaja õlitamist ega järelpinetamist, vaid nende pinetatavus toimub automaatselt (joon. 227).

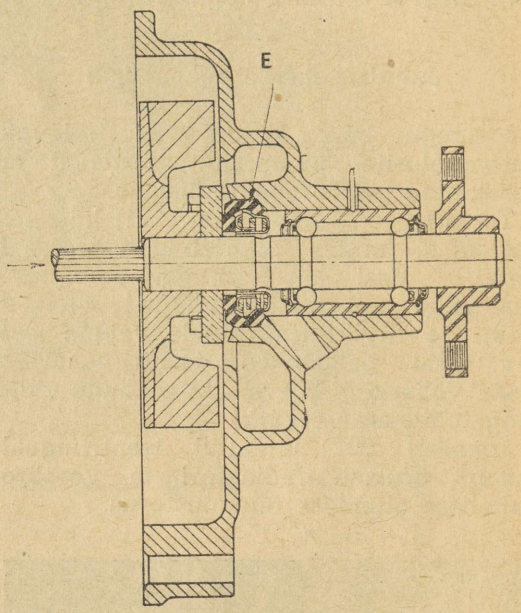


Joon. 225. Veepump mootoriploki esiotsas.

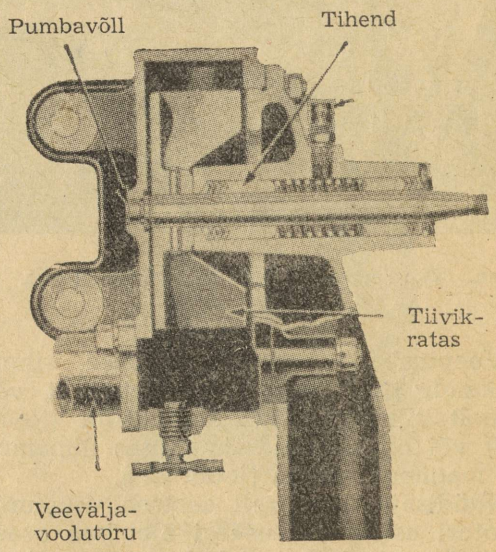


Joon. 226. Veepump.

Vee pumbast väljalaskmiseks on mõnede pumpade kesta alumisse ossa asetatud veekraan (joon. 228). Et vältida pumba tiivikratta tiibade murdumist mootori käivitamisel, kui juhuslikult pumpa jäänud vesi talvel on külmunud, on mõnede automootorite pumbad varustatud kaitsmega (joon. 229). Kaitse koosneb pumbavõlli *a* ja ajajavõlli *b* vahele asetatud metall-lamikust *c*, mis tiivikratta kinnijäämisel murdub kergemini kui tiivad.

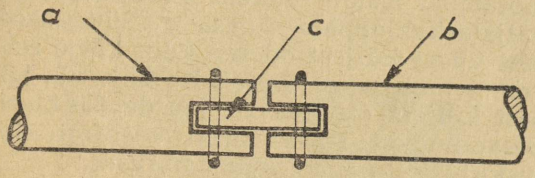


Joon. 227. Õlitamist mittevajav veepump.
E — sünteetilisest kummist tihend.

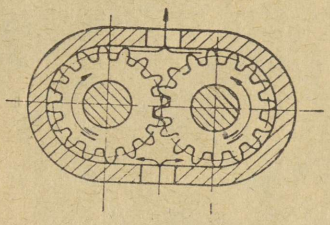


Joon. 228. Veekraan pumba kestas.

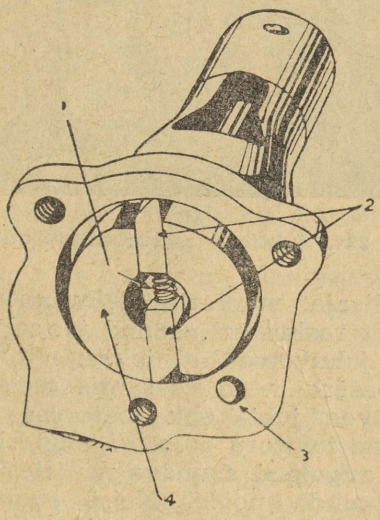
Vanemail mootoreil kasutati jahutusveepumpadeks hammasrataspumpi (joon. 230), tiivikpumpi (joon. 231) ja kolbpumpi. Kuna neil pumpadel on hõõrduvaid kokkupuutepindu, kuluvad viimased ruttu läbi, sest vees leidub alati väikesi liivaterakesi ja katlakivi osakesi, mis, sattunud hammasrataspumba hammaste vahele, tiivikpumba tiibade ja kesta vahele või kolbpumba kolvi ja silindri vahele, kutsuvad esile suurt kulumist, mistõttu pump varsti muutub töötamiskõlbmatuks.



Joon. 229. Veepumba kaitse.



Joon. 230. Hammasrataspump.



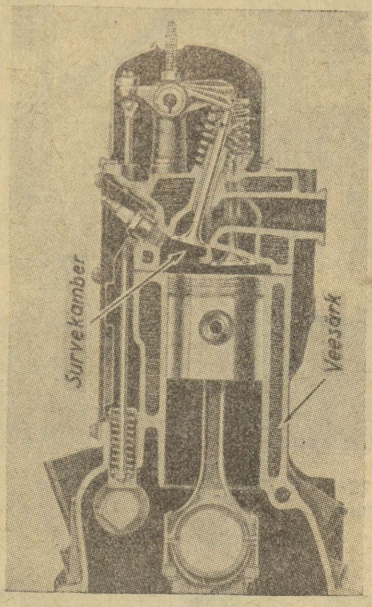
Joon. 231. Tiivikpump.
1 — Vedru. 2 — Tiivad. 3 — Kest. 4 — Võll.

Tsentrifugaalpumbal ei puuduta pumba tiivikratas pumba kesta — seega tsentrifugaalpumbal puuduvad hõõrduvad osad, mis kuluksid pumba töötamisel.

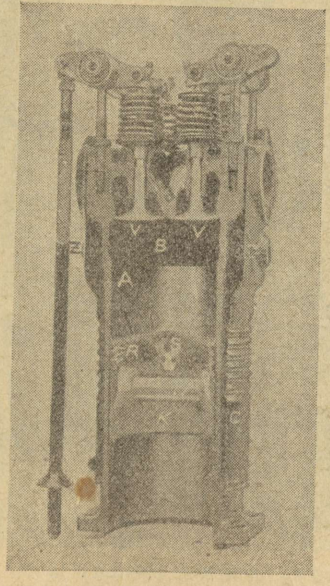
Automootoritel kasutatavad tsentrifugaal-veepumpade võimsus on keskmiselt 2,0—2,5 l/sek. ning tarbivad 1 kuni 5% mootori võimsusest.

Mootori veesärk

Jahutusvee juhtimiseks ümber silindrite ümbritseb mootorisilindreid nn. veesärk

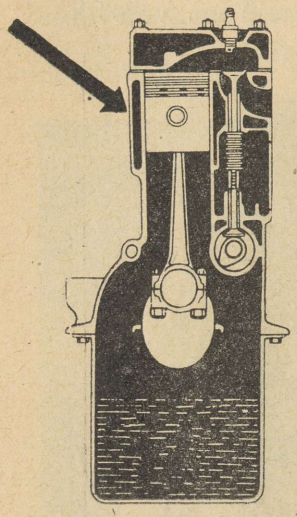


Joon. 232. Veesärk.

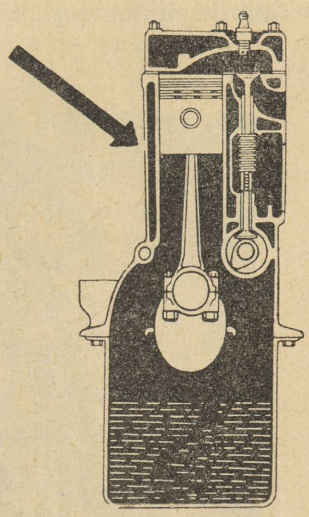


Joon. 233. Vaskplekist veesärk silindri ümber vanematüübilisel mootoril.

Suuremal osal mootoreil on veesärk valatud koos silindriga (joon. 232), moodustades mootoriploki. Mõnedel eriotstarbeiks ehitatavail mootoreil, kus mootor peab olema võimalikult kerge, on veesärk valmistatud teras- või vaskplekist, mis on pressitud silindritele ümber (joon. 233). Vanemail mootoreil ulatus veesärk kuni kolvi alumise surnudpunkti-seisuni (joon. 234). Nüüdisaja mootorite veesärk aga katab silindri välist seina üleni (joon. 235). Sellega saavutatakse kolbide paremat jahutust.

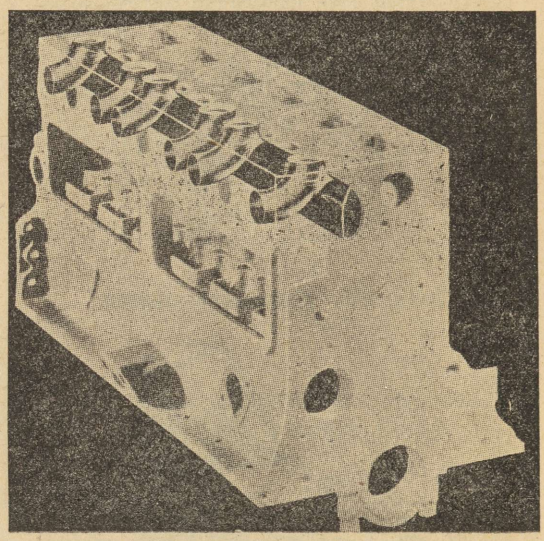


Joon. 234. Lühike veesärk.

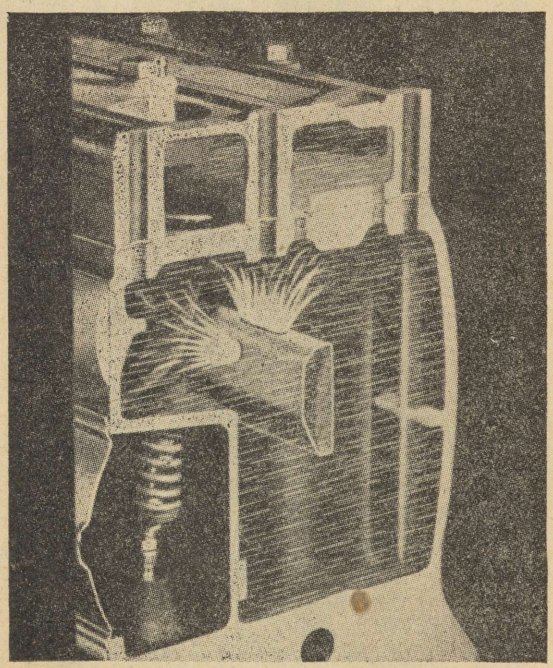


Joon. 235. Pikk veesärk.

Mootorite jahutamisel valmistas raskusi kõikide silindrite jahutusühtluse saavutamine. Nende silindrite seinad, mis asetsesid alt radiaatorist tuleva ühendustoru lähedal, jahutati üle, kuna ühendustorust eemal asetsevad silindrid pidid leppima puuduliku jahutusega. See takistas mootori kõikide silindrite ühtlast töötamist. Kõige rohkem kuumenesid üle väljalaskeklappide pesade ümbrused, sest ühest küljest on see koht kõige rohkem kuumade heitegaaside mõju all, teisest küljest jahutusvee juurdepääs klapipesadele on raskendatud veesärgi ehituskuju tõttu klapipesa ümbruses.



Joon. 237. Juhttoru asetus mootoriplokis.



Joon. 236. Veesärgis asetsevast juhttorust paiskub vesi vastu väljalaskekanali seina — Gaz-11.

Nüüdisaja mootorite jahutusseadmeis on neist raskustest saadud üle sel teel, et külma jahutusvett ei juhita mitte otseselt veesärki, vaid veesärgis asetsevasse jahutusvee juht- ehk joatorusse (joon. 236). See juhttoru evib iga silindri kohal küljel augukesi suunaga väljalaskeklappide pesade poole. Neist augukestest paiskub vett jugadena välja, jahutades esmalt klapipesade ümbrust, ja alles siis pääseb vesi edasi jahutama silindreid. Selliselt jahutatakse kõiki silindreid ühtlaselt ning enam jahutamist vajavaid kohti jahutatakse rohkem. Gaz-11 mootoreil kasutatakse sellist juhttoru.

Radiaatorid

Radiaatori (j a h u t i) ülesanne on jahutada mootoriplokis kuumenenud vesi mootoriplokki uuesti jahutama kõlbavaks. Seega on võimalik ühte ja sama väikest veehulka kasutada pidevas ringkäigus mootori jahutamiseks.

Radiaator koosneb järgmistest osadest (joon. 241).

K u u m a v e e a n u m. Mootoriplokis kuumenenud vesi juhitakse veepumba poolt läbi ülemise ühendustoru radiaatori ülemises osas asetsevasse kuumaveeanumasse.

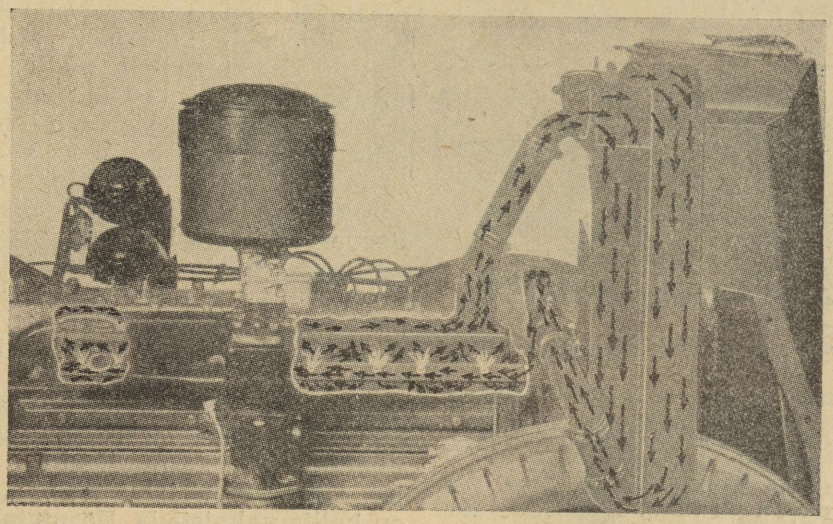
K ä r j e s t i k. Kuumaveeanumast valgub kuum vesi kärjestikku. Läbides kärjestikku vesi jahtub.

K ü l m a v e e a n u m. Jahtunud vesi koguneb kärjestikust radiaatori allosas asetsevasse külmaveeanumasse ja voolab sealt läbi alumise ühendustoru tagasi mootori veesärki.

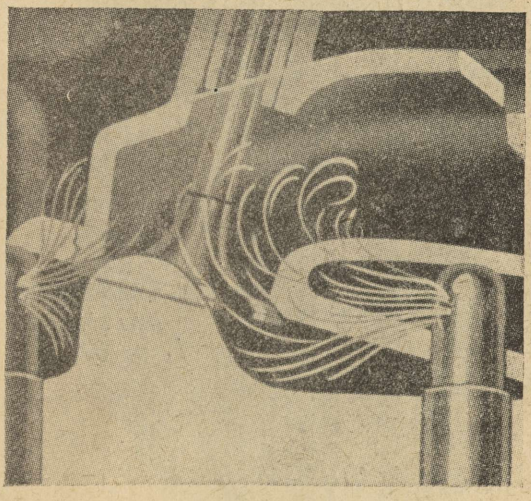
Roostetamise vältimiseks ja parema jahutuse saamiseks, s. o. soojuse paremaks üleminekuks jahutusveelt välisõhule, valmistatakse radiaatorid vaskplekist kui hea soojusjuhtivusega materjalist.

Levinumaid radiaatoreid on nn. „toruradiaator" (joon. 242). Toruradiaator koosneb ühest kuuma- ja teisest külmaveeanumast, mis on omavahel ühenduses mitme rea peente (3- kuni 4-mm-se läbimõõduga) õhukeseseinaliste jahutustorude kaudu. Et suurendada jahutustorude jahutamispinda, ümbritsetakse jahutustorud jahutusribidega (joon. 243). Jahutusribideks on avadega vaskplekid, mida läbivad jahutustorud. Jahutusribid on joodetud jahutustorude külge ning moodustavad ühiselt radiaatori soojusvahetus-kärjestiku.

Suurema jahutuspinna saamiseks valmistavad mõned autotehased radiaatori jahutustorude jahutusribid siksakilisest



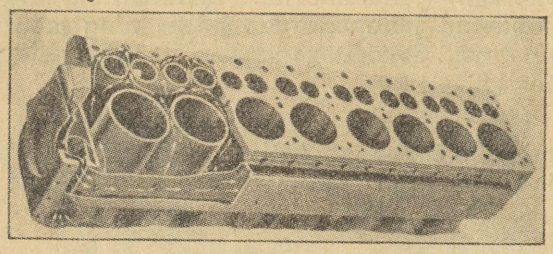
Joon. 238. Jahutusvesi juhitakse radiaatorist veesärgis asetsevasse juhttorusse.

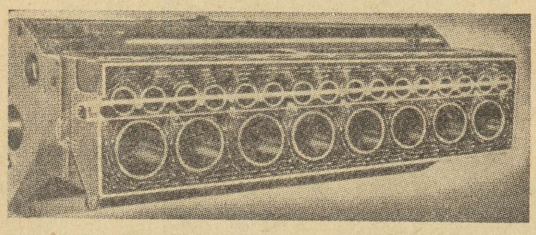


Joon. 239. Mootoriplokki asetatud veejaotustorust juhitakse vesi jugadena vastu väljalaskeklappide kanalit nende intensiivseks jahutamiseks.

plekist. Pealegi on sellised radiaatorid väliselt nägusamad.

Rohkesti kasutatakse radiaatoreid, mille kärjestik ei koosne peentest ümmargustest torudest, vaid lamedaist õhuke-

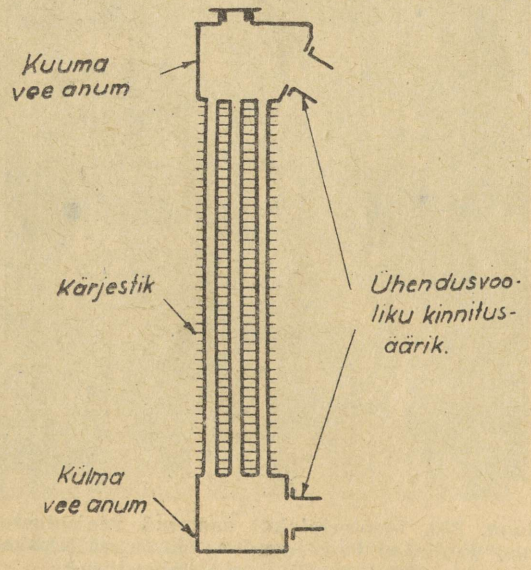




Joon. 240. 8-silindrilise mootoriploki jahutusviise.

Ülal — pumba poolt mootoriplokki surutav vesi läbib esmalt ploki küljel asetseva veejaotuskanali, jahutab silindrid ja alles siis pääseb klappide juurde.

All — pumba poolt mootoriplokki surutav vesi läbib esmalt ploki sisse klappide lähedale asetatud veejaotustoru, jahutab kõigepealt väljalaskeklappide kanalid ja alles siis mootori silindreid.



Joon. 241. Radiaator.

sist vaskplekkribadest, mis moodustavad kanaleid vee läbivooluks (joon. 244).

Paremaks jahutamiseks asetatakse nende torude vahele jahutusribid kas siksakiliselt (joon. 245) või neljakandiliselt (joon. 246) või jahutustoru ise on painutatud kas siksakiliseks või laineliseks (joon. 247).

Toruradiaatorid on suurt poolehoidu võitnud just termosifoonilistes jahutusseadmetes, sest toruradiaatori torude vee läbivoolutakistus on väike.

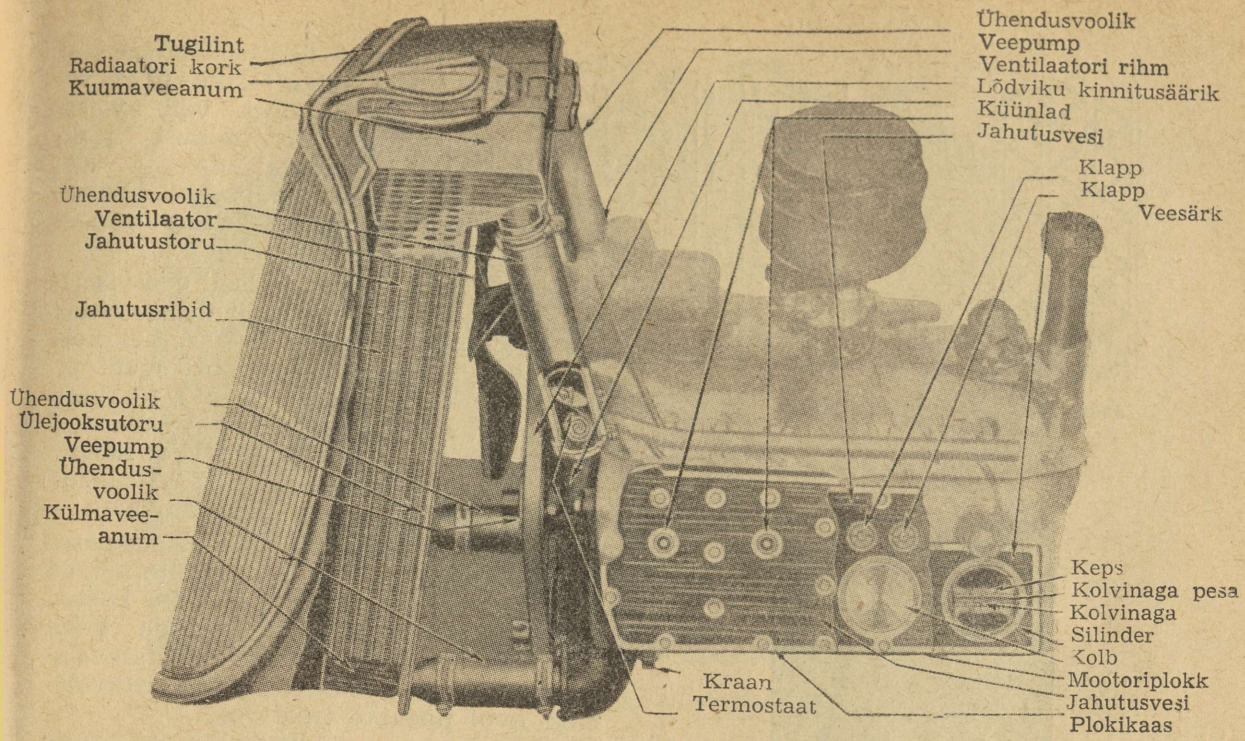
Kolmas tüüp kasutamisel olevaid radiaatoreid on nn. kärgradiaator. See koosneb üksikuist väikestest ümmarguse või neljakandilise ristlõikega torukestest (joon. 248), mille otsad on pressitud laiemaks ja nelja- või kuuekandiliseks. Torukeste pikkus vastab radiaatori kärjestiku paksusele. Neid väikesi torukesi asetatakse hulgaliselt kõrvuti. Seega torukeste laiemaks pressitud otsad puutuvad üksteise vastu, jättes keskele vaba ruumi 1 kuni 2 mm laiuses. See ongi kärgradiaatori veeruum, kuna jahutamiseks kasutatav õhk läbib torukesi. Väljastpoolt on torude otsad kokku joodetud. Seega meenutab radiaatori kärjestik välispidiselt mesikärge, millest tulebki nimetus — kärgradiaator. Kärgradiaator evib suurt jahutuspinda, kuid teda on kallis valmistada. Kasutatakse kallimahinnalistel autodel.

Mõned autotehased, tahtes anda oma odavamahinnalisele toruradiaatorile kallimahinnalise kärgradiaatori välimust, annavad kärjestiku jahutusribidele kärgradiaatoriga sarnleva kuju.

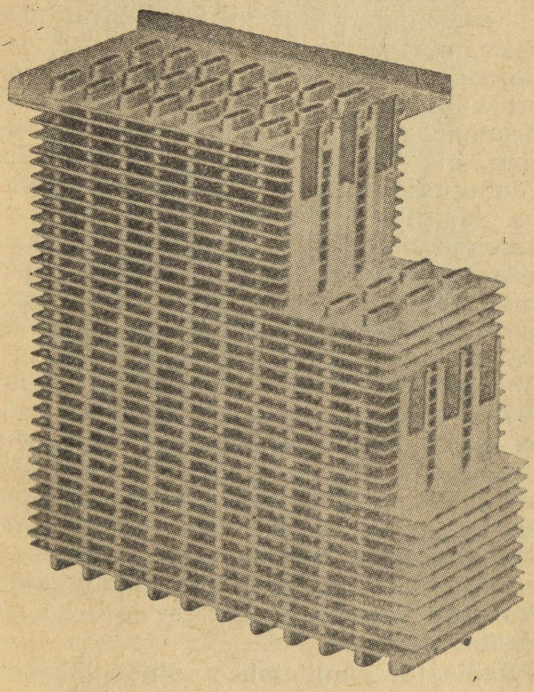
Nagu nägime, koosneb radiaator hulgast õhukestest torukestest ja peentest vaskplekkribakestest, mis on kokku joodetud; seega radiaator on ehituselt väga õrn. Kuna kõik need torukesed moodustavad ühe terviku, mis on täidetud veega, põhjustab rike või vigastus ühes torukeses vee väljavoolamist kogu jahutusseadmest, muutes võimatuks mootori edasitöötamise. See on radiaatori puudus.

Radiaatori parandamine on mõnikord väga aegaviitev töö, vajab eritööriistu mõne kärjestikus tekkinud vigastuse kõrvaldamiseks ning vilunud tööjõudu.

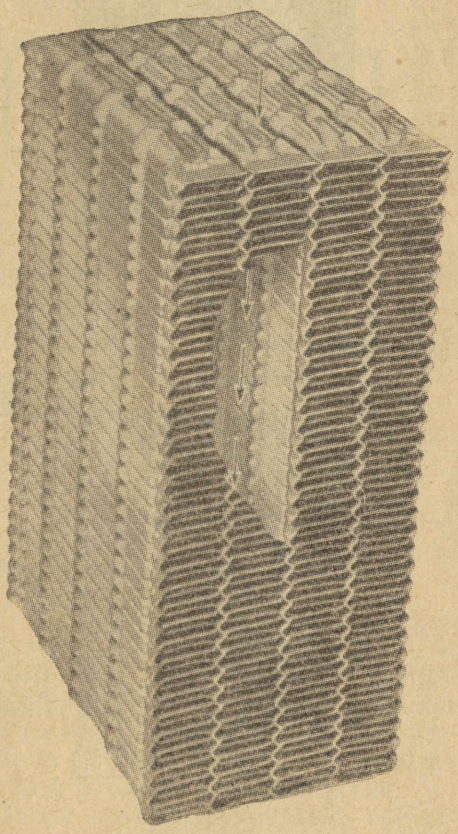
Et sellest puudusest üle saada ja mitte teele jääda mõne rikke tõttu mingis radiaatori osas, leiab viimasel ajal, eriti veoautodel, poolehoidu nn. normaalelementidest radiaator. Need radiaatorid



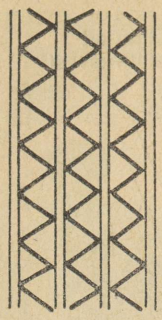
Joon. 242. V-8 mootori jahutusseade toruradiaatoriga.



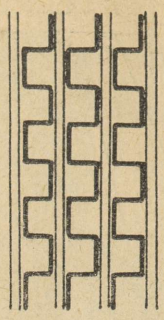
Joon. 243. Lõige läbi toruradiaatori kärjestiku.



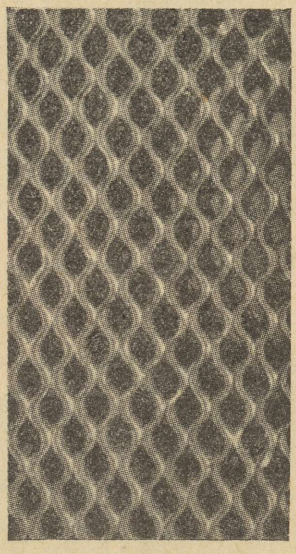
Joon. 244. Lõige läbi radiaatori kärjestiku.



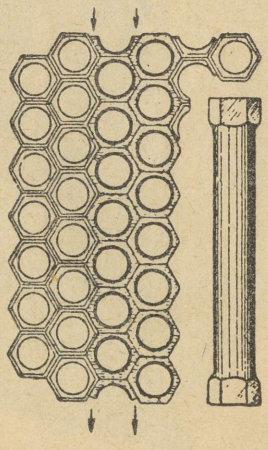
Joon. 245.



Joon. 246.



Joon. 247. Lainjaks pressitud jahutustoru.



Joon. 248. Tükk kärgradiaatorit.

koosnevad 4 kuni 8 üksikust elemendist (joon. 250). Kui juhtub rike ühes või paaris neist elementidest, võib vigastatud elemendi mõne minuti jooksul radiaatorist kõrvaldada ja elemendi ühendusavad radiaatori kuumakui ka külmaveeanumas selleks kaasasolevate muhvidega kinni katta.

Seejärel võib autot ajutiselt edasi kasutada, kuigi väiksema radiaatoriga, kuni radiaator korrastatakse. Tehas, kes neid radiaatoreid ehitab, soovitab koguni pidada autos tagavaraelemente, et need oleksid vahetamiseks käepärast. Joonisel 251 näeme elemendi kinnitusviisi radiaatori kuumaveeanumaga. Samasugune kinnitusviis on ka külmaveeanumaga.

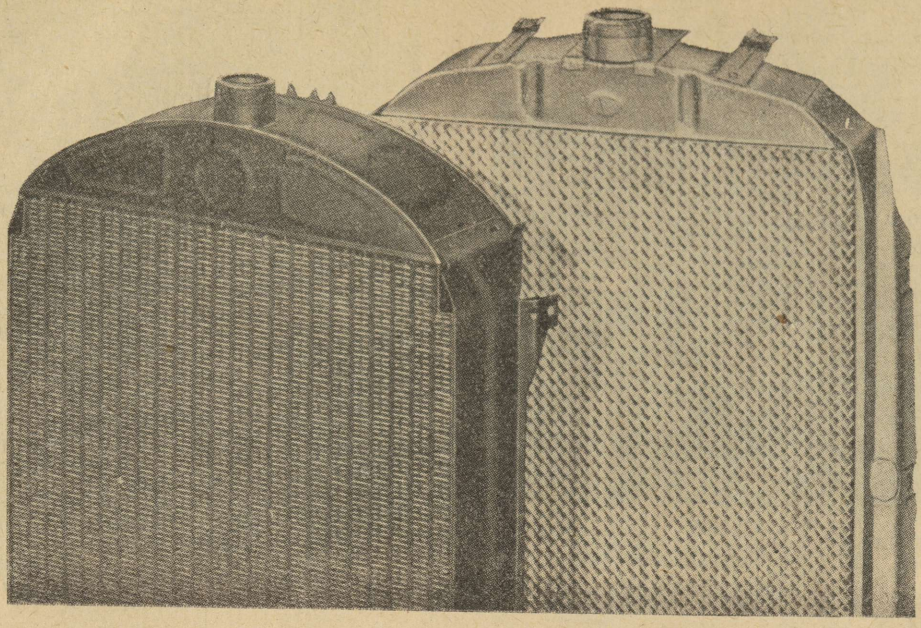
Vee sissevalamiseks jahutusseadmesse on radiaatori ülemises osas ette nähtud vee sissevalamise ava, mis on kaetud korgiga (joon. 252). Et vältida prügi sattumist jahutusseadmesse vee sissevalamisel, on mõnel radiaatoril vee sissevalamise aval peenike traatsõel.

Jahutusseade on välisõhuga ühenduses ülejooksutoru kaudu (joon. 253). Ülejooksutoru kaudu voolab jahutusseadmesse valatud liigne vesi ära. Juhul, kui vesi juhuslikult mõne rikke tõttu jahutusseadmes hakkab keema, pääseb tekkiv aur välisõhku ülejooksutoru kaudu. Seega ei saa jahutusseadmes tekkida ülerõhku, mis võiks radiaatorit kahjustada. Ülejooksutoru ülemine ots ulatub radiaatori kuumaveeanumasse ja määrab seal kõrgeima veeseisu jahutusseadmes. Alumine ots suubub radiaatorist allapoole.

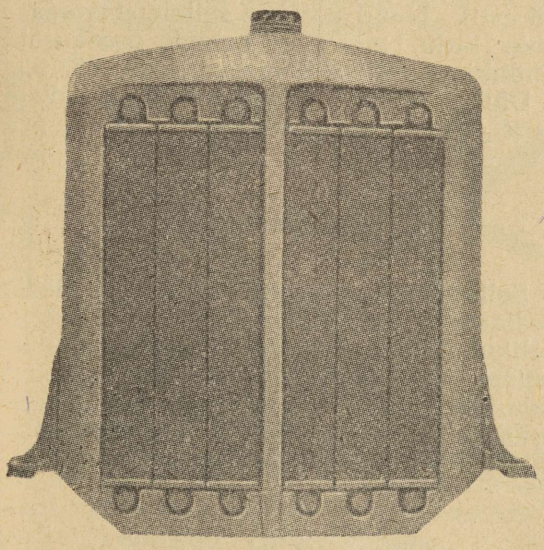
Jahutusseadme kõige madalamas kohas asetseb kraan jahutusseadme veest tühjendamiseks. Kui radiaatori kõige alumiseks osaks osutub radiaatori külmaveeanum, siis leidub selle küljes kindlasti ka kraan vee väljalaskmiseks.

Suuremal osal praegusaja autodel asetseb radiaator auto esiotsas. Seega õhuvoolus pääseb auto edasiliikumisel otsesesse kokkupuutesse radiaatoriga, mis soodustab jahutust (joon. 254). Mõnedel vanemail autotüüpidel asetses radiaator mootori taga. See asetusviis pidi radiaatorit rohkem kaitsma vigastuste eest kokkupõrkeil. Autodel, mil mootor asetseb auto tagumises osas, asetseb ka radiaator taga.

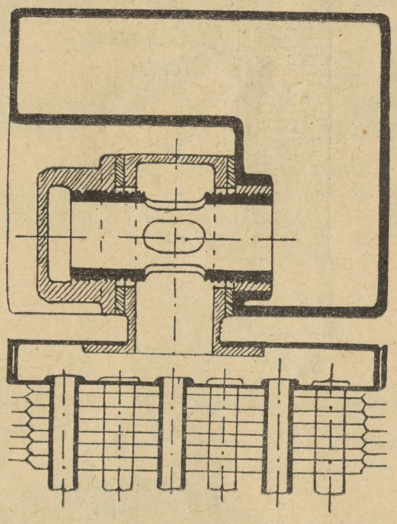
Radiaator kinnitatakse poltidega käppipidi autoraami esiotsa külge või esimese ristraami külge. Et autoraami paindumine



Joon. 249. Toru- ja kärgradiaator.



Joon. 250. Normaalelementidest radiaator.

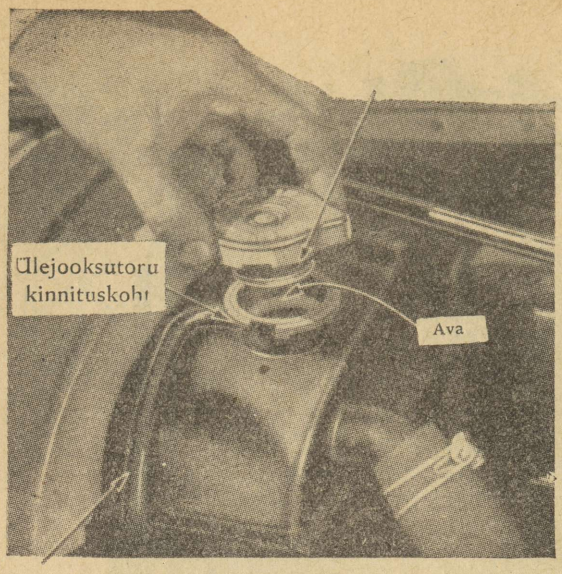


Joon. 251. Normaalelemendi kinnitus.

konarlikel teedel ei saaks vigastada radiaatorit, asetatakse radiaatori kinnituskäppade alla vilt, kummipuhvrid või lühikesed vedrud (joon. 255). Samal otstarbel kinnitatakse mõnikord radiaatori üks kinnituskäpp autoraamile tugevalt, teine raamil painduda võimaldavalt.

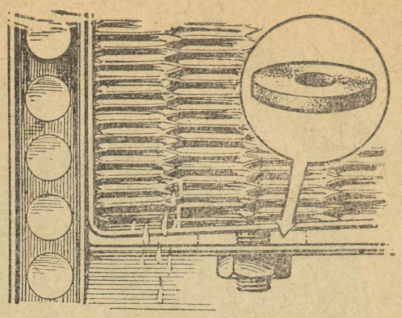
Radiaator oli palju aastaid iga autotüübi väliseks tunnuseks. Kuna radiaator asetses just auto esiotsas, püüdis iga autotehas anda radiaatorile kuju, mis oleks olnud kaunistuseks kogu sõidukile.

Nüüdisaja autode radiaatoreid väljastpoolt enam ei näe, sest neid katab ilu-

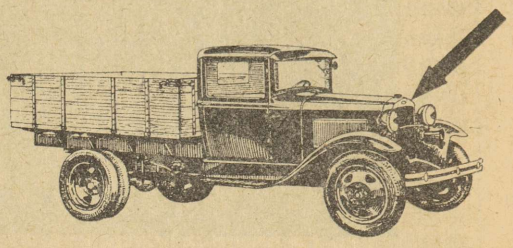


Ülejooksutoru

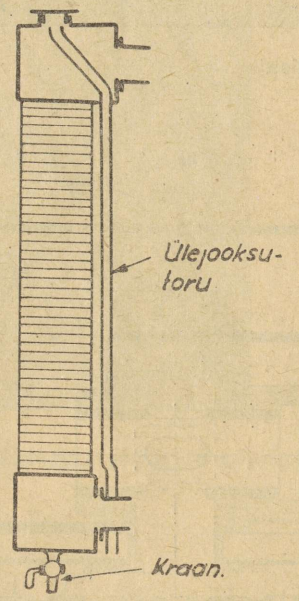
Joon. 252. Vee sissevalamise ava.



Joon. 255. Puhver radiaatori kinnituskohas.



Joon. 256. Radiaator auto esiotsas.



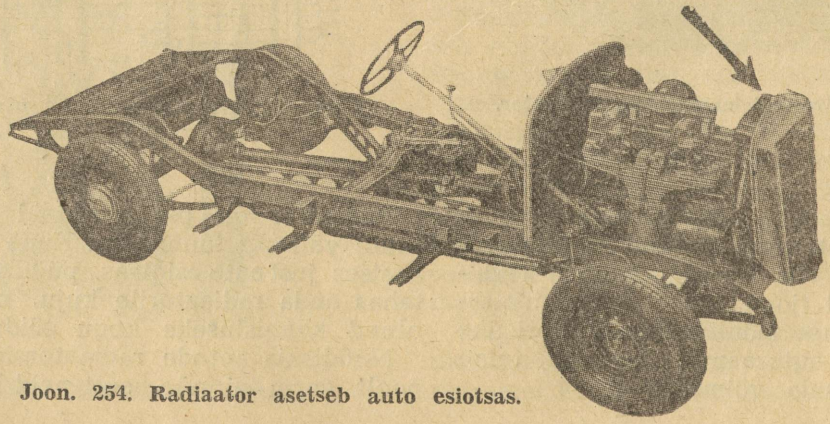
Joon. 253. Radiaatori ülejooksutoru.

võrestik. Nüüd antakse sellele iluvõrestikule kuju, mis peab sobima praegusaja sõiduki voolujoonelisusega (joon. 257).

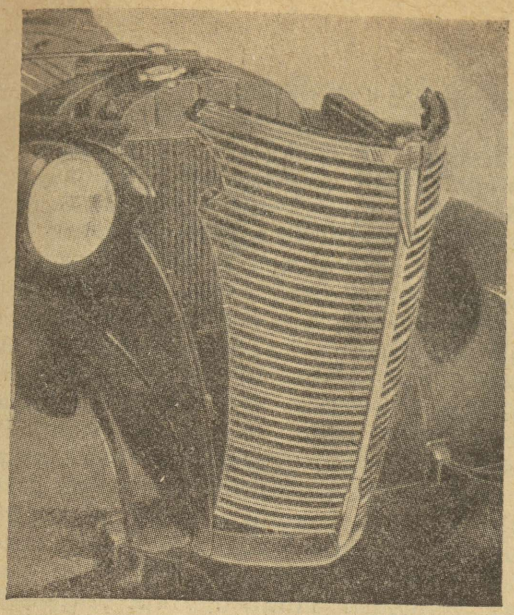
Ühtlasi kaitseb iluvõrestik auto radiaatorit juhuslike vigastuste eest.

Ventilaatorid

Sellest õhuvoolusest üksi, mis läbib radiaatorit auto liikumisel, ei piisa korralikuks jahutuseks. Radiaatori jahutusvõime tõstmiseks varustatakse mootori jahutusseade ventilaatoriga, mis asetatakse otse radiaatori taha. Mootori töötamisel ventilaator imeb õhku läbi radiaa-



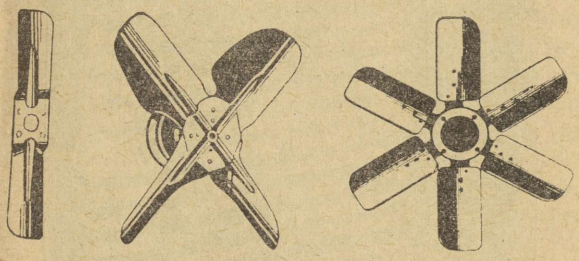
Joon. 254. Radiaator asetseb auto esiotsas.



Joon. 257. Radiaatori iluvõrestik.

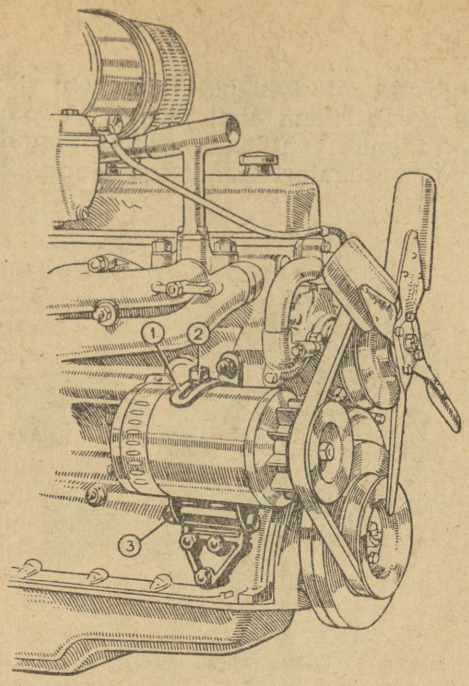
tori, kindlustades korralikku jahutust ka sõiduki aeglasel liikumisel ja seismisel.

Suurem osa automootorite ventilaatoreid evib 4 tiiba, kuid leidub ka 2- ja 6-tiivalisi ventilaatoreid (joon. 258).

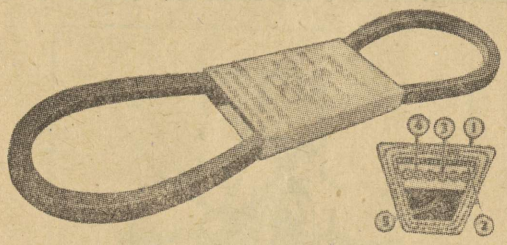


Joon. 258. Ventilaatori tiivikud.

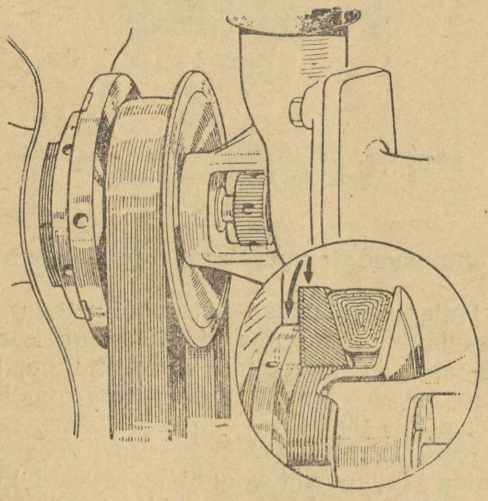
Ventilaatori tiivad valati vanemail automootoreil alumiiniumist koos rummuga. Nüüdisaja ventilaatorite tiivad stantsitakse raudplekist. Automootoreil asetseb ventilaator veepumbaga ühisel võllil ja nad saavad liikumise kiilrihmülekande kaudu otse väntvõllilt. Tavaliselt sama kiilrihm ajab ka dünamot. Kiilrihma saab pinguldada dünamo eemalenihutamise teel (joon. 259), nagu sõiduautodel Gaz M-1, Gaz-11 ja veoautodel Gaz-AA, dünamo tõstmise teel, nagu sõiduautol Kim-10, või ventilaatori kiilrihmaratta palede koomalekeeramise teel, kui see on valmistatud poolitatavalt (joon. 261). Leidub ka ventilaatori rihma automaatseid pinguldusseadiseid. Siin vedru



Joon. 259. Ventilaatori rihma pinguldamine dünamo eemalenihutamise teel.

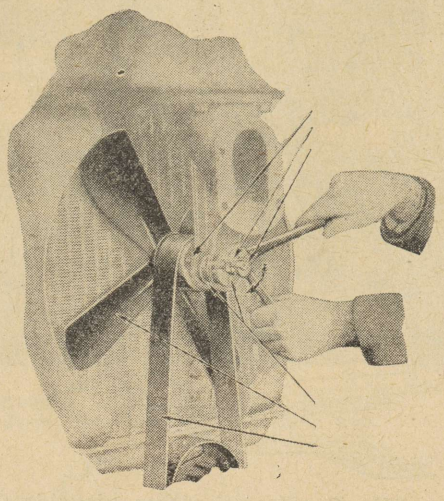


Joon. 260. Ventilaatori rihm.
1 — Välimine riie. 2 — Aluskude. 3 — Sisemine vaheriie. 4 — Kummikate. 5 — Kummisüdamik.

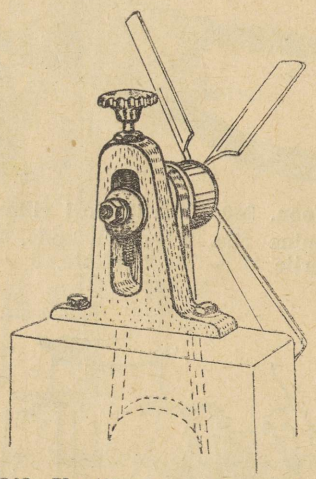


Joon. 261. Rihma pinguldamine rihmaratta pale nihutamise teel.

surub üht rattakest pidevalt vastu rihma, mis hoiab rihma alati pingul. Veoautol Zis-5 toimub ventilaatori rihma pinguldamine ventilaatori tõstmisega (joon. 263).



Joon. 262. Rihma pinguldamine rihmaratta ekstsentrilise telje keeramise teel (vanem tüüp).



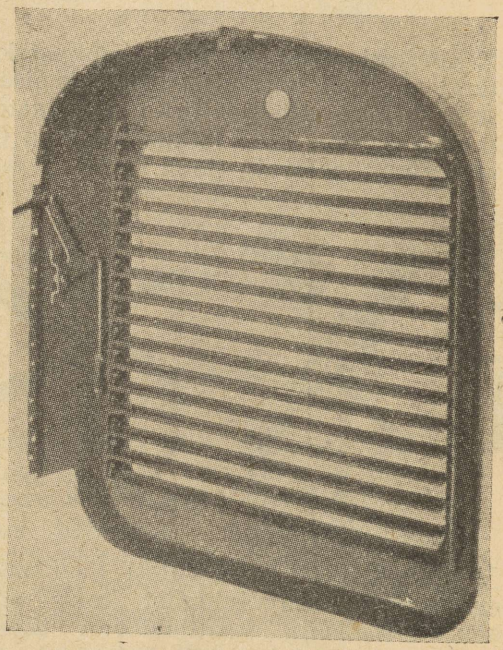
Joon. 263. Ventilaatori rihma pinguldus veoauto Zis-5 mootoril.

Jahutusvee temperatuuri reguleerimine

Hulgalised katsed automootoritega on tõestanud, et mootor töötab kõige korralikumalt ja väikseima kütusekuluga, kui jahutusvee temperatuur veesärgis hoitakse 80—90° C.

Kui jahutusvee temperatuur veesärgis hoida kõrgem või koguni lasta veel kuumeneda keemiseni (vesi keeb 100° C), siis kuumeneb mootor üle. See aga halvab mootori korralikku õlitust, mootori üksikosad kuumenevad ning tekivad võõrsüüted, kolvid ja klapid võivad kinni põleda, tekib detonatsioon ning mootori võimsus langeb väheneva silindrite täiteastme ja ebatäieliku põlemise tõttu.

Teisest küljest aga ei tohi hoida jahutusvee temperatuuri veesärgis külmema kui 80—90° C, sest sellega viiksime asjatult jahutusvee kaudu välisõhku suure osa sellest soojusest, mida kütuse näol juhime mootorisse ja millest tahaksime võimalikult suurt osa saada väntvõllilt kasuliku tööna. Tähendab, raiskaksime asjatult soojust (kütust), viies seda kasutult välisõhku, selle asemel, et see annaks meile kasulikku tööd. Jahutusvee liiga madal temperatuur põhjustab mootori võimsuse langust. Asja selgituseks olgu toodud alljärgnev näide.



Joon. 264. Plekkribadest radiaatorikate.

Näide.

Õige jahutusega mootoris (jahutusvee temperatuur on 80—90° C) kasutatakse kütusest saadav soojushulk järgmiselt:

1) Jahutuse läbi läheb välisõhku 35%
2) Heitegaasidega läheb välisõhku 35%
3) Mootori sisehõõrdumiseks kulub 3%
4) Summuti- ja torustikukadudeks 2%
5) Kasulikuks tööks 25%

Kokku 100%

Kui jahutame mootorit üle (näiteks hoiame jahutusvee temperatuuri 50° C), pääseb mootorisse juhitavast soojushulgast rohkem soojust jahutusseadme kaudu välisõhku. Oletame, et tähendatud temperatuuri puhul läheb jahutusvee kaudu välisõhku 40% soojust.

Seejuures aga ei vähene heitegaasidega välisõhku minev soojushulk, ka ei vähene see soojushulk, mis kulub mootori sisehõõrdumiseks ning heitegaaside väljavoolu takistuste (läbi summuti ja torustiku) võitmiseks. Väheneb ainult kasulikuks tööks minev soojushulk. Seega oleks soojuse jaotus järgmine:

1) Jahutuse läbi läheb välisõhku 40%
2) Heitegaasidega läheb välisõhku 35%
3) Mootori sisehõõrdumiseks kulub 3%
4) Summuti- ja torustikukadudeks 2%
5) Kasulikuks tööks 20%

Kokku 100%

Seega esimesel juhul saime 5% rohkem kasulikku tööd kui teisel juhul.

Lühidalt:

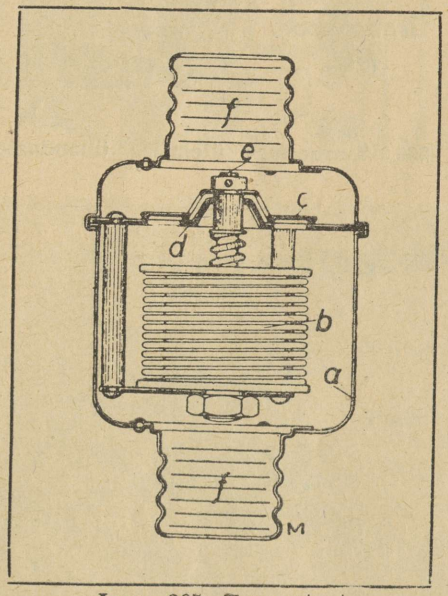
Ülejahutamisel väheneb mootori võimsus, sest osa soojust, mida saaksime väntvõllil kasutada kasulikuks tööks, juhitakse asjatult jahutusseadme kaudu välisõhku. Ülejahutamisel kondenseerub silindriseintel osa mootorisse imetud küttesegus olevaist bensiiniaurudest ja voolab kolvirõngaste ja kolvi vahelt karterisse, rikkudes seal õli. Tähendab, mootori ülejahutamine on niisama kahjulik kui mootori ülekuumeneminegi.

Tekib küsimus, kuidas saab auto kasutamisel igasuguseis ilmastikuoludes hoida mootori jahutusvee temperatuuri pidevalt 80° ja 90° C vahel, et mootori töötamine toimuks kõige kasulikumais tingimusis. Talvel, näiteks 20°-se külmaga jahutab välisõhk radiaatorit palju tugevamalt, muutes radiaatorist veesärki tagasivoolava vee palju külmemaks, kui näiteks suvel 20°-se palavaga. Kuna radiaatori jahutuspind ja jahutusvee hulk on arvutatud selliselt, et mootor jahtub küllaldaselt suvistes sõidutingimustes, on karta mootori ülejahutust talviste ilmadega.

Sellest hädast saab aga kergesti üle, kattes külmade ilmade tulekul osa radiaatorit kinni kas papist, plekist, kunstnahast või mõnest muust ainest kattega. Seda abinõu kasutatakse kõikjal.

Sõiduki armatuurlauale on paigutatud termomeeter, mis näitab jahutusvee temperatuuri veesärgis. Juht peab seda jälgima, ja kui vee temperatuur langeb madalamale, kui on soovitav, tuleb radiaator tarvilikul määral kinni katta. Et juht iga kord ei tarvitseks sõidukist välja tulla radiaatori kinnikatmiseks või katte vähendamiseks, kui termomeeter näitab mootori jahutusvee olevat kas liiga külma või liiga kuuma, on juhi vaeva vähendamiseks mõnedel autodel radiaatori ette ehitatud plekkribadest kate, mida juht võib hoova abil juhiistmelt sõidu ajalgi lükata rohkem koomale või rohkem avada ja sel teel hoida jahutusvee temperatuuri veesärgis parajana (joon. 264).

Nüüdisaja automootoreis reguleerib jahutusvee temperatuuri automaatselt nn. termostaat. Siis ei tarvitse sõidukijuht alalõpmata jälgida jahutusvee temperatuuri, et hoida see õigena radiaatorikatte reguleerimise teel, vaid see kõik toimub automaatselt.



Joon. 265. Termostaat.

a — Kest. *b* — Lõõts. *c* — Klapp. *d* — Klapipesa. *e* — Reguleerimiskruvi. *f* — Vee sisse- ja väljavooluava.

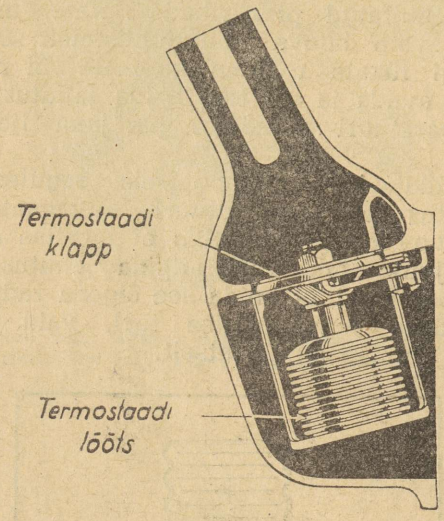
Termostaat

Termostaat koosneb õhukesest õhukindlast vaskplekk-lõõtsast *b* (joon. 265), millesse on pandud mõnda kergesti aurustuvat vedelikku — harilikult eetrit.

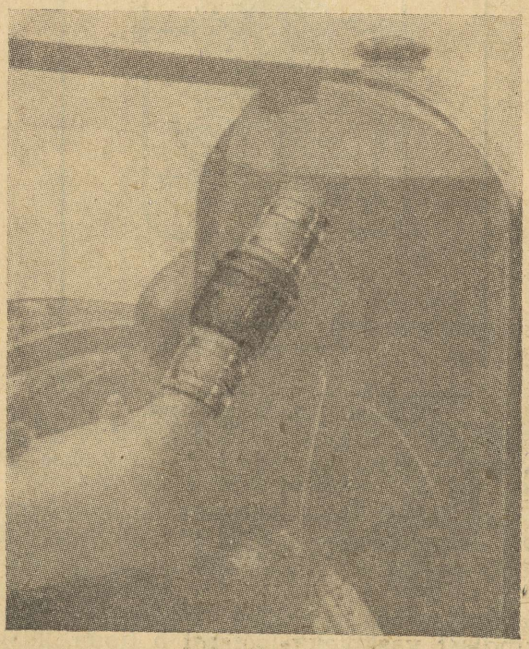
Lõõtsa külge on kinnitatud termostaadi klapp. Termostaat asetseb ülemises radiaatori ja mootoriploki vahelises ühendustorus selliselt, et mootori külma olles termostaadi klapp suleb vee ringvoolu (joon. 266, 267).

Kui mootor töötamisel saavutab kõige kasulikuma jahutusvee-temperatuuri, aurab termostaadi lõõtsas eeter sedavõrd, et lõõtsas tekib eetriaurude rõhk. Eetriaurude rõhu mõjul termostaadi lõõts paisub ja avab termostaadi klapi, võimaldades jahutusvee ringvoolu. Lõõts-termostaati kasutatakse näiteks sõiduauto Gaz-11 jahutusseadmes. Termostaat on ehitatud selliselt, et ta võimaldab jahutusveel voolata ainult nii palju, et veetemperatuur mootori veesärgis oleks pidevalt mootori töötamiseks kõige kasulikumal kõrgusel.

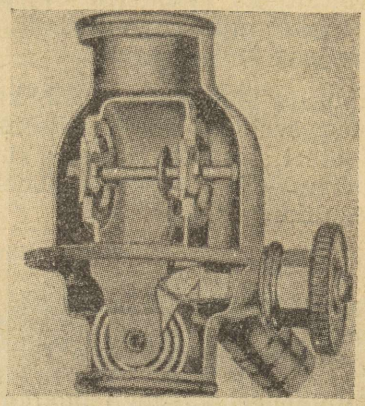
Kui jahutusvee temperatuur tõuseb, avaneb termostaadi klapp veel rohkem, võimaldades vee tugevamat ringvoolu, mistõttu mootor saab radiaatorist jahtu-



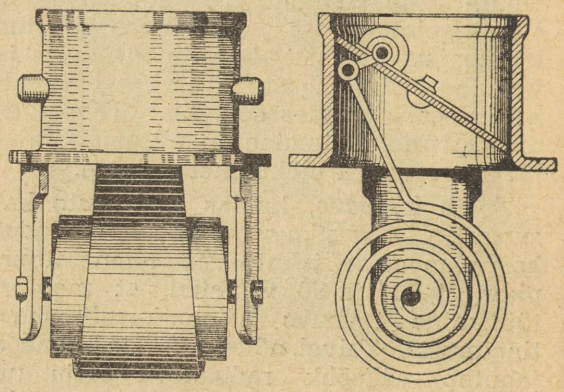
Joon. 266. Termostaat ülemises ühendustorus.



Joon. 267. Termostaadi asukoht ülemises ühendustorus.



Joon. 268. Bimetallvedruga termostaat.



Joon. 269. Bimetallvedruga termostaat Zis-101.

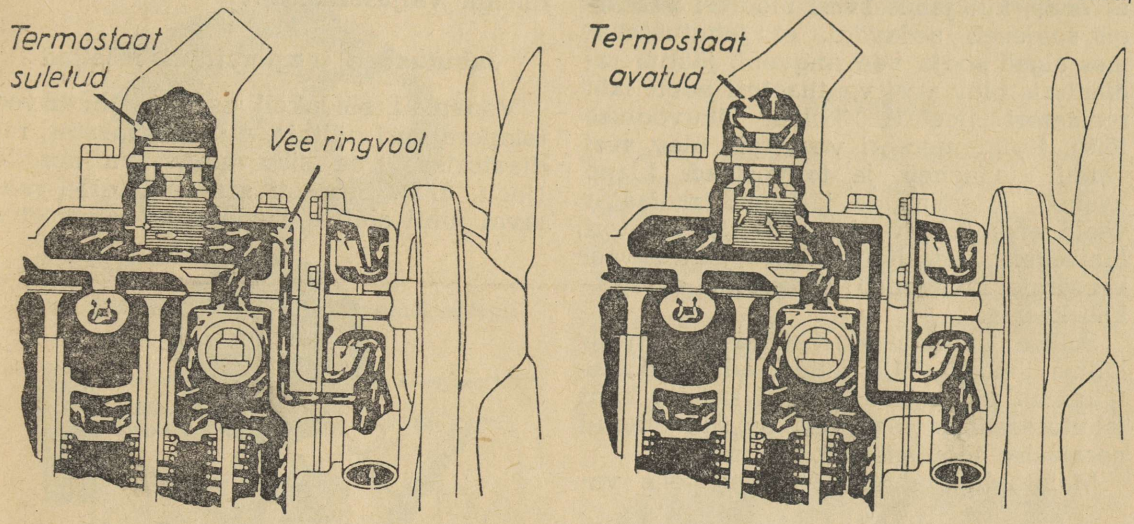
nud vett rohkem ja jahutusvee temperatuur veesärgis alaneb. Kui jahutusvee temperatuur jahtub alla nõutava, kondenseeruvad termostaadi lõõtsas olevad eetriaurud osaliselt, mistõttu rõhk lõõtsas langeb, lõõts tõmbub kokku ning suleb termostaadi klapi või tõmbab ta koomale, takistades vee ringvoolu. Selle tagajärjel mootori jahutusvee temperatuur tõuseb jälle tarviliku määrani.

Selliselt hoiab termostaat mootori jahutusvee temperatuuri alaliselt kõige kasulikumal kõrgusel, hoolimata sellest, kas ilmastik on külm või soe ja kas mootor töötab raskel või kergel veol. Reguleerimiskruvide abil on termostaati võimalik reguleerida soovitava jahutusvee temperatuuri saavutamiseks.

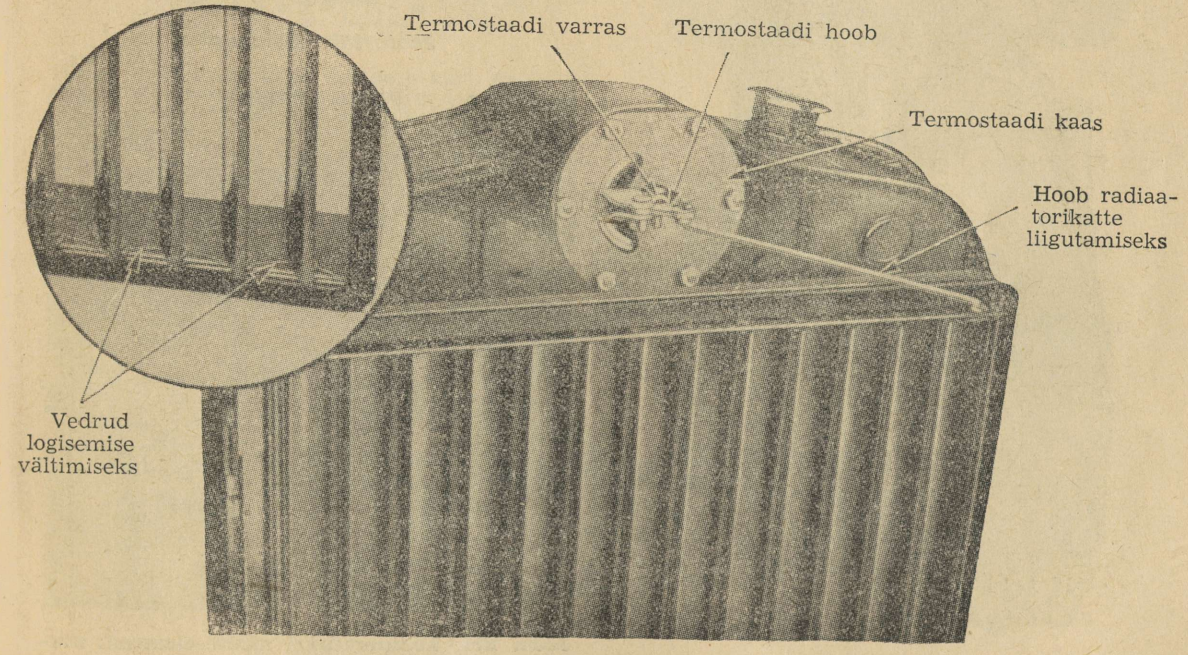
Termostaadi klappi on tehtud väike ava, mille kaudu õhk pääseb mootoriplokist välja, kui külma mootori radiaatorit täidetakse veega, termostaadi klapi olles kinni.

Mõnedel autodel, näiteks Zis-101, kasutatakse bimetallvedruga termostaati (joon. 269).

Et veesärgis ei tekiks veepumba töötamisest ülerõhku, kui termostaadi klapp on suletud mootori soojenemise perioodil, varustatakse praegusaja mootorite veesärk r õ h u t a s a n d u s t o r u g a. See ühendab veesärgi pumba imemistoruga (joon. 270). Kui termostaadi klapp on suletud ja mootor töötab, võimaldab see toru veesärgis pumba surve all olevale jahutusveele pääsu pumba imemistorru,



Joon. 270. Rõhutasandustoru mootoriplokis pumba surve- ja imemispoole vahel.



Joon. 271. Plekkribadest radiaatorikatte sulgemine termostaadiga.

kust see algab uuesti ringkäiku veesärki. Seega ei teki veesärgis ülerõhku ning vesi soojeneb veesärgis ühtlaselt.

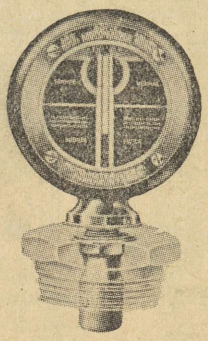
Termostaadiga varustatud mootoriga kogeme järgmist. Kui käivitame külma ilmaga väljas termostaadiga varustatud mootorit, mille jahutusseadmes on vesi jahtunud sedavõrd, et termostaadi klapp on sulgunud, siis ei võimalda kinnine termostaadi klapp veele pääsu radiaatorisse enne, kui jahutusvesi mootori veesärgis on soojenenud sedavõrd, et termostaadi klapp avaneb. Nüüd võib juhtuda, et enne, kui jahutusvesi mootori veesärgis soojeneb sedavõrd, et jahutusseadmes algab sooja vee ringvool, jäätub radiaatoris olev vesi ventilaatori poolt läbi radiaatori imetava külma õhuvooluse tõttu. Kuigi mootori veesärgis olev vesi varsti kuumeneb ja termostaadi klapp avaneb, ei võimalda jäätunud radiaator veele enam ringvoolu, mistõttu mootori lühiaegsel edasitöötamisel jahutusvesi veesärgis kuumeneb sedavõrd, et hakkab keema.

Sellise äparduse vältimiseks peab külma ilmaga välja sõites radiaatori kas täielikult või osaliselt kinni katma, kuni jahutusseadmes olev vesi on saavutanud normaalse töötamistemperatuuri.

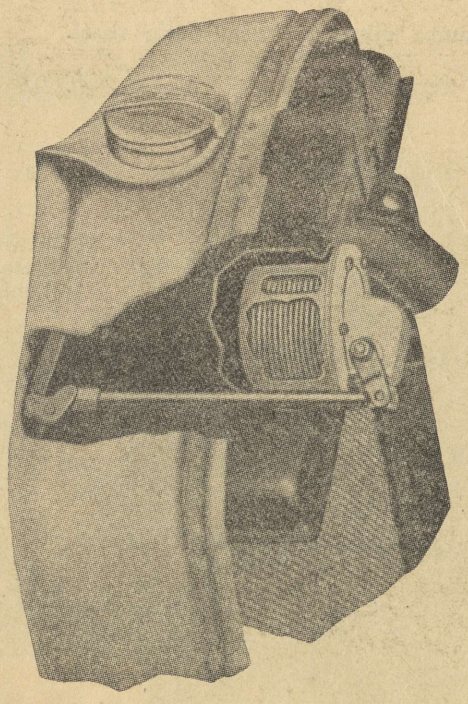
Mainitud puuduse kõrvaldamiseks varustavad mõned autotehased oma automootorite jahutusseadme sellise termostaadiga, mis asetseb jahutusvees, kuid ei sule jahutusvee ringvoolu temperatuuri reguleerimiseks, vaid suleb radiaatori ette ehitatud plekkribakestest katte õhu läbivooluse vähendamiseks (joon. 271, 272). Seega siin jahutusvee temperatuuri reguleerimine ei toimu jahutusvee ringvoolu sulgemise teel, vaid radiaatorist läbivoolava õhuvooluse vähendamise teel. Sel reguleerimisviisil on see paremus, et radiaator ei saa külmuda külma ilmaga väljasõitmisel.

Jahutusvee temperatuuri mõõtjad

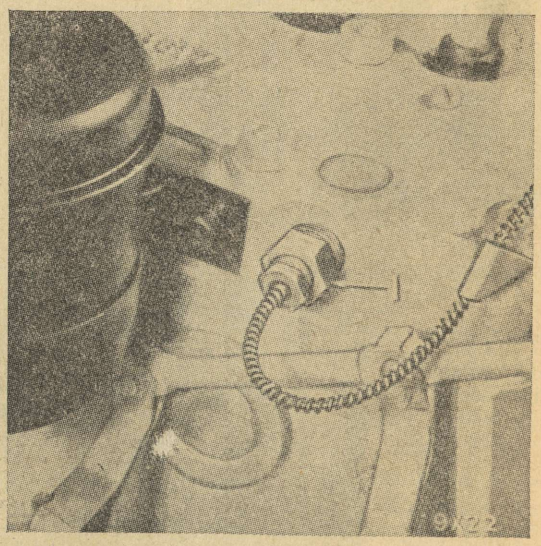
Vanemail sõidukeil asetati jahutusvee temperatuuri näitaja, nn. motomeeter, radiaatorisse vee sissevalamisava korgile (joon. 273). Seal oli see sõiduteele vaataval juhil alati silmade ees. Motomeeter



Joon. 273. Motomeeter.



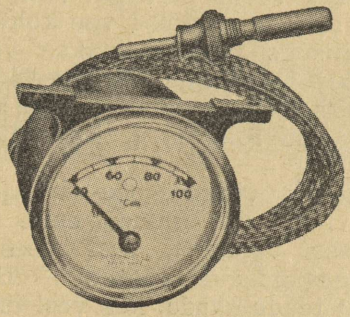
Joon. 272. Termostaat radiaatori katte jaoks.



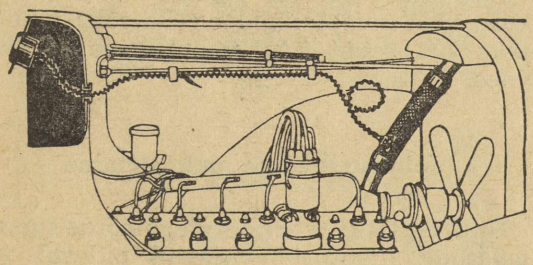
Joon. 274. Temperatuuri mõõte-elemendi asukoht veesärgis.

koosnes klaastorust, milles oli piiritus. Asetsedes radiaatori vee sissevalamisava korgil, ei puutunud ta otseselt kokku jahutusveega, vaid ainult radiaatori kuumaveeanuma pealpool veepinda oleva auruga. Seega motomeeter näitas jahutusvee temperatuuri ainult kaudselt. Jahutusvee temperatuuri tõusmisel paisus klaastorus olev piiritus ning piiritussammas osutas numbrilaua jagamisjoonte järgi, kas jahutusvee temperatuur on paras, madal või kõrge. Vastavalt motomeetri näitamisele pidi juht reguleerima jahutusvee temperatuuri või kõrvaldama jahutusseadmes tekkinud rikke.

Nüüdisaja autodel asetseb jahutusvee temperatuuri näitaja armatuurlaual ja mõõdab jahutusvee temperatuuri otse veesärgis. Selleks paigutatakse veesärki toruke, millesse on pandud kergesti auruvat vedelikku, tavaliselt eetrit. Veesärgis vee kuumenemisel eetri paisumine antakse üle toru kaudu, milles samuti on eeter, manomeetritaolisse mõõtjasse, mille numbrilaualt võime lugeda jahutusvee temperatuuri.



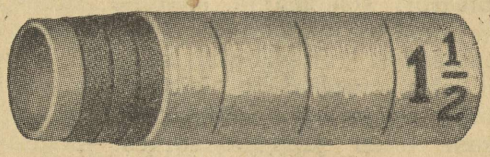
Joon. 275. Jahutusvee temperatuuri näitaja.



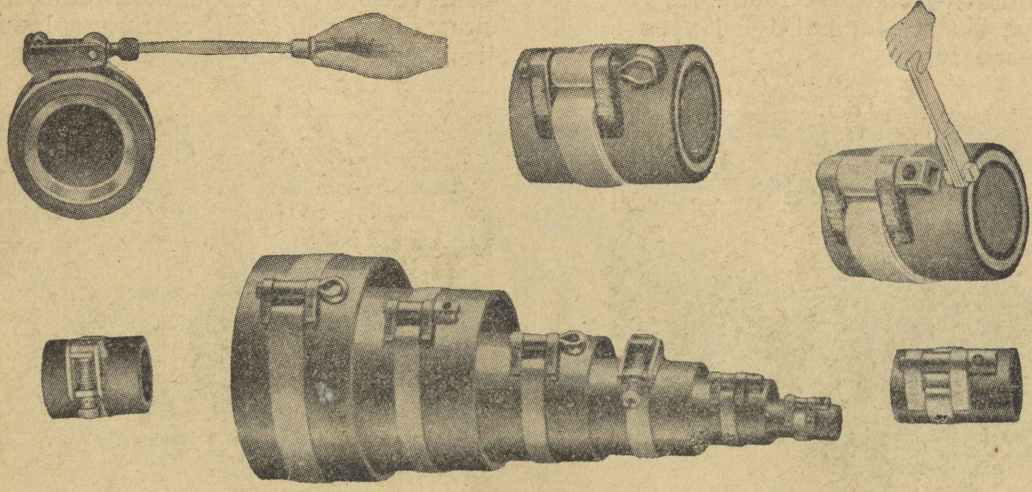
Joon. 276. Jahutusvee temperatuuri näitaja asetus mootoril.

Ühendustorud

Raami läbipainduvuse tõttu ei saa radiaatorit ühendada mootoriga jäikade torudega, mis kutsuks esile torude murdumisi, vaid selleks kasutatakse kummivoolikut. Kuna ühendustorusid mööda voolab kuum vesi, kasutatakse nende voolikute valmistamiseks kõrgeväärtuslikku, kuumust taluvat kummit — need on nn. keevaveevoolikud. Need voolikud koosnevad mitmekordsest riidekihist, mis on kaetud kummiga (joon. 277).



Joon. 277. Radiaatori voolik.



Joon. 278. Mitmetüübilisi ühendusvooliku kinnitusklambreid.

Voolikud kinnitatakse radiaatori ühendustoru ja mootoriploki kinnitusäärikute külge eriliste klambrite abil (joon. 278). Neid klambreid on hõlbus kasutada: tarviduse korral on neid võimalik kergesti vabastada ja uuesti kinnitada. Nad sobivad voolikute igasugustele läbimõõtudele.

JAHUTUSSEADME KÄSITSEMINE

Jahutusvesi

Mootori jahutusseadmeis on soovitav kasutada pehmet vett, s. o. vett, mis sisaldab vähe lupja. Kõige ideaalsem oleks kasutada destilleeritud vett; kuid tavaliselt seda ei tehta, sest destilleeritud vesi on kallis. Headuse poolest järgnevaiks loetakse vihma- või lumevesi, keedetud vesi, järve- ja jõevesi. Kaevuvesi ja allikavesi on väga lubjarikkad; öeldakse, vesi on karge. Lubjarikka vee kasutamisel mootori jahutusseadmes sadestub vee kuumenemisel vees olev lubi veesärgi ja radiaatori seintele, tekitades sinna katlakivi.

Katlakivi, olles suureks soojuse isolaatoriks, takistab soojuse üleandmist silindriseinalt jahutusveele; seetõttu silindrisein kuumeneb liigselt ning mõjutab halvavalt mootori korralikku õlitamist. Radiaatori sisemistele seintele sadestunud katlakivi takistab soojuse üleandmist jahutusveelt välisõhule, mistõttu mootori jahutusvesi ei saa jahtuda tarvilikul määral — mootor kuumeneb üle. Seepärast tuleb jahutusseadmes kasutada ainult pehmet vett.

Vee kargust mõõdetakse nn. saksa kraadides või kargusekraadides. Vee kargus on üks kraad, kui 100 l vees leidub 1 gramm lupja.

Kui näiteks 100 l vees leidub 20 g lupja, siis on selle vee kargus 20 saksa kraadi.

Pehmeks veeks loetakse vesi, kus leidub 0—10 g lupja 100 l vee kohta.

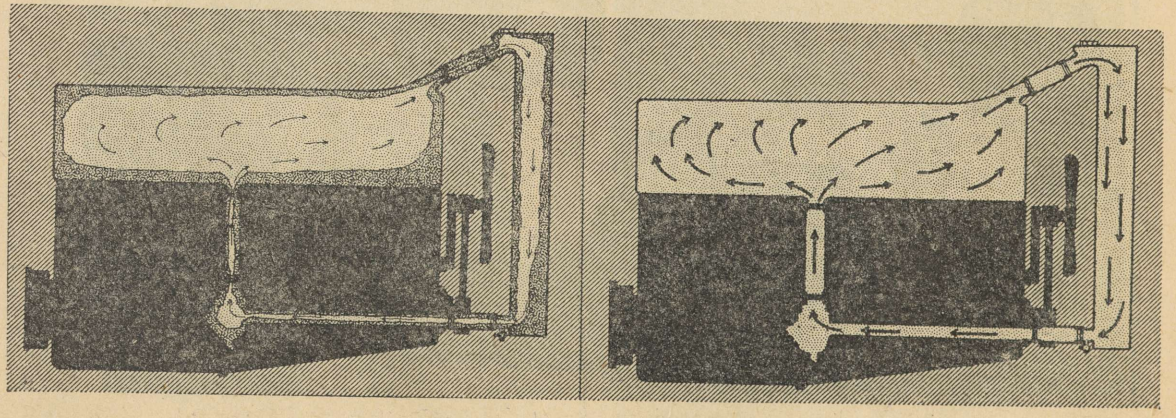
Keskmiseks veeks loetakse vesi, kus leidub 10—15 g lupja 100 l vee kohta.

Kargeks veeks loetakse vesi, kus leidub 15 või rohkem g lupja 100 l vee kohta.

Kasutades vihma-, jõe- või järvevett on soovitav vett filtrida enne jahutusseadmesse valamist, sest vees leidub alati igasuguseid võõrkehi. Et umbkaudselt teada saada, kas vesi on pehme või karge, pannakse käed vette ja hõõrutakse neid vastamisi nagu käte pesemiselgi. Kui vesi on pehme, tundub vesi käte hõõrumisel libedana. Teiseks tunnuseks on seebi hea vahutamine pehmes vees.

Jahutusseadme puhastamine

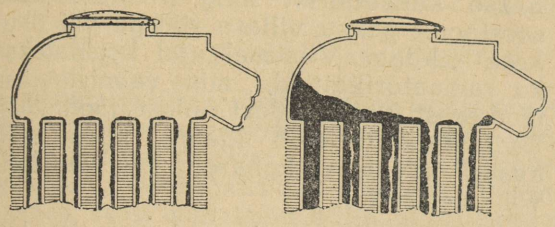
Nüüdisaja kiirete pööretega kõrge survemääraga mootorid vajavad pidevat jahutusseadme korralikku töötamist. Jahutusseadme korralik töötamine sõltub heast veeringvoolust jahutusseadmes. Jahutusseadmes toimub veeringvool ainult siis korralikult, kui jahutusseade on pu-



Joon. 279. Ummistunud ja korras jahutusseade.

has. Aja jooksul koguneb jahutusseadmesse, peamiselt radiaatorisse ja veesärki, katlakivi, millele lisanduvad veesärgi seintelt mahatulevad roosteterakesed ja vees leiduvad võõrkehad.

Need mitte ainult ei takista soojuse juhtimist silindriseintelt jahutusveele ja jahutusveelt välisõhku, vaid ummistavad radiaatori kärjestikku, takistades vee korralikku ringvoolu (joon. 279, 280).



Joon. 280. Ummistunud radiaatori torud.

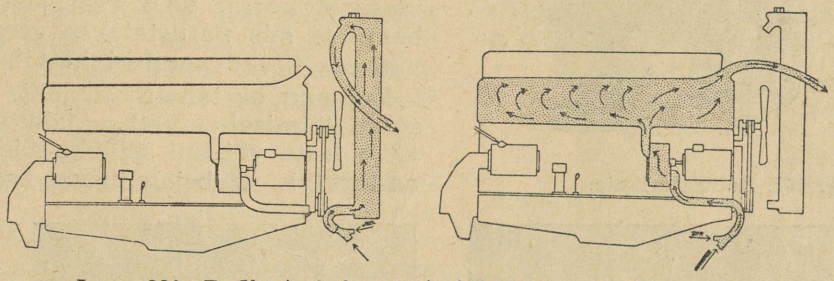
Et jahutusseade saaks täita korralikult temale pandud ülesandeid, peab hoolitsema, et jahutusseade oleks alati korras.

Autotehased nõuavad jahutusseadme puhastamist vähemalt kord aastas, kuid soovitavad seda teha isegi kolm korda aastas. Sellega kindlustatakse jahutusseadme pidev korralik töötamine.

lastakse mootoril töötada tühikäigupööretel umbes 15 minutit; siis kaetakse radiaator papiga. Kuna kaetud radiaator ei saa jahtuda, tõuseb soodavee temperatuur edasisel mootori töötamisel keemiseni. Niipea kui vesi hakkas keema, tuleb papp radiaatori eest kõrvaldada ja lasta mootoril töötada veel umbes 15 minutit, mille järel veeväljalaskekraanid avatakse ja lastakse soodalahus jahutusseadmest välja.

Peale soodalahuse väljalaskmist loputatakse jahutusseade hästi üle, täites seda 2—3 korda puhta veega ning lastes seejärel mootoril iga kord töötada umbes 5 minutit. Seega kõrvaldatakse soodalahus jahutusseadmest ning uhutakse ära jahutusseadme seinte küljest soodalahuse mõjul lahtitulnud katlakivi ning muu sadestise tükikesed.

Kui jahutusseadmeid puhastatakse harvem (1 kord aastas), tuleb neid uhtuda suruveega pärast soodalahusega keetmist. Selleks vabastatakse ülemine ja alumine radiaatori ja mootoriploki vaheline ühendusvoolik ja juhitakse radiaatorist ja mootoriplokist, kummastki eraldi, suruvett läbi, vastupidises suunas tavalisele veeringvoolule (joon. 281). Sellega



Joon. 281. Radiaatori ja mootoriploki läbiuhtumine suruveega.

Jahutusseadet tuleks puhastada aastas esimest korda kevadel, kui jahutusseadmest lastakse välja sinna talveks pandud külmakindel vedelik; teist korda keksuvel, millal sõidukit kasutatakse pidevalt pikemaiks sõitudeks ja jahutusseadmes olevat vett aurab rohkem, mistõttu jahutusseadmesse tuleb sagedasti vett juurde valada; ja kolmandat korda sügisel, kui jahutusseadmesse talviseks hooajaks valatakse külmakindel vedelik.

Jahutusseadme puhastamiseks võetakse 0,5 kg pesusoodat 15 liitri vee kohta. Pesusooda sulatatakse vees; lahus valatakse tühjendatud jahutusseadmesse. Nüüd uhutakse kõik mustus jahutusseadmest välja. Pärast ühendusvoolikute tagasiühendamist võib jahutusseadet täita uue veega.

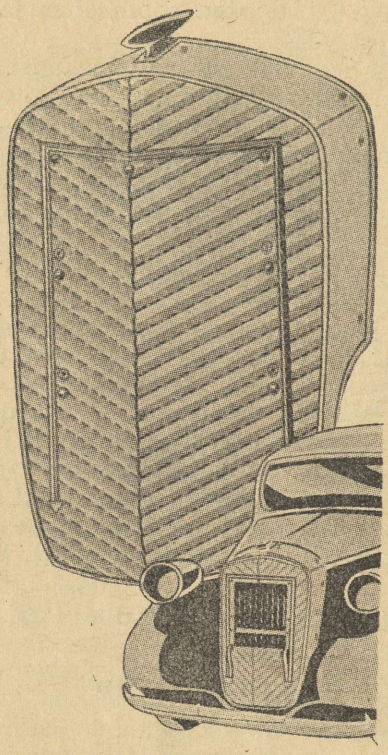
Soodalahuse kasutamisega peab olema ettevaatlik, et seda ei satuks sõiduki värvitud osadele, sest nii sooda kui ka leelis rikuvad värvi. Tuleb meeles pidada, et sooda mõjub sööbivalt ka alumiiniumist mootoriosadele.

Jahutusseadme puhastamiseks ei tohi kasutada happeid, sest need mõjuvad sööbivalt radiaatorile, mis on eriti õrn, sest et see on valmistatud õhukesest vaskplekist.

Jahutamine külmal ajal

Mootori jahutusseadmele tuleb pühendada erilist hoolt ja tähelepanu talvel, külmal ajal. Kui jätta sõiduk külma ilmaga pikemaks ajaks välja seisma või asetada ööseks külma garaaži, võib kergesti juhtuda, et vesi jahutusseadmes külmub, muutudes jääks.

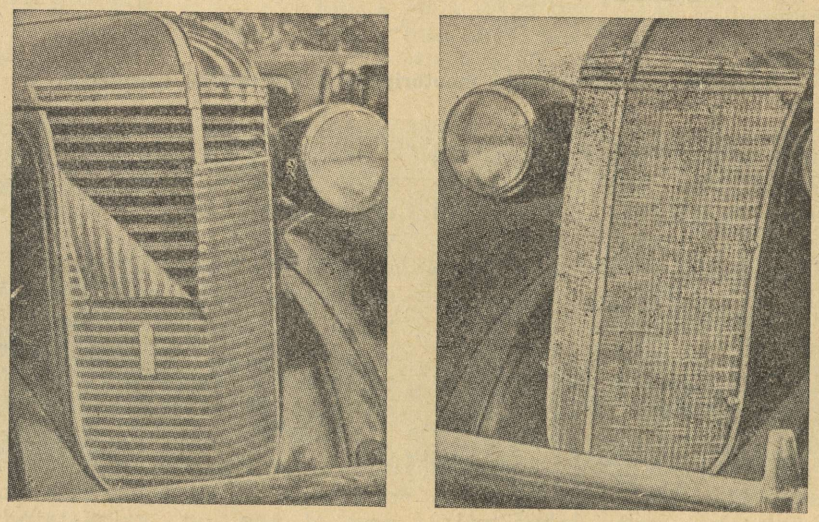
Kuna jäätumisel vee maht suureneb kuni 20% võrra, tekib oht, et jahutusseadmes jäätuv vesi oma mahu suurenemisega purustab veesärgi ja radiaatori. Seepärast on tarvilik sõiduki lühemaks ajaks seismajätmisel (1—2 tundi) katta radiaator selleks valmistatud kattega (joon. 282). Need katted tehakse kunstnahast ning vooderdatakse seestpoolt paksu villase riidega või õhukese vildiga. Viimasel ajal kasutatakse ka radiaatorikatteid, mis valmistatakse õhukesest tuulekindlast riidest (joon. 283). Radiaatorikate evib klappi, mida saab avada tarviduse kohaselt kas osaliselt või täielikult.



Joon. 282. Radiaatorikate.

Jättes sõiduki seisma kauemaks kui mõneks tunniks tuleb vesi jahutusseadmest välja lasta. Selleks on radiaatori külmaveeanumal, veesärgil või alumisel ühendustorul ette nähtud vee väljalaskekraan. Mõne mootori jahutusseadmel on kaks või enam vee väljalaskekraani — näiteks üks veesärgil, teine radiaatoril. Juhul, kui veepump asetseb alumises ühendusvoolikus, on veepumba kesta alumises osas samuti veekraan, et lasta vesi välja veepumba alumisest poolest; vastasel korral võib vesi jäätuda pumbasse ja siis purustatakse veepumba tiivikratta tiivad mootori käivitamisel.

Kui aga ei taheta sõiduki igakordsel seismajätmisel vett jahutusseadmest välja lasta või kui sõiduki sõiduvalmidus on tarvilik, võib jahutusvee asemel kasu-



Joon. 283. Õhukesest tuulekindlast riidest radiaatorikate.

tada mõnda külmakindlat vedelikku. Siis pole karta jahutusseadme külmumist talviste külmade ilmadega.

Külmakindlate vedelikkudena võib kasutada:

1) vee ja piirituse segu,
2) vee ja glütseriini segu,
3) vee, piirituse ja glütseriini segu,
4) vett, millesse on segatud kloorkaltsiumi.

Vee ja piirituse segu

Külmakindla vedeliku saamiseks piirituse ja vee segamisel kasutatakse odavuse mõttes denatureeritud või metüülpiiritust. Metüülpiirituse segamine veega annab veidi madalama külmumispunktiga segu kui denatureeritud piiritus. Tarviliku segu saamiseks võib valida piiritus- ja veehulga vahekorra alljärgnevast tabelist:

Tabel.

10%	piiritust	+ 90%	vett	külmub	— 5°C	juures
20%	„	+ 80%	„	„	— 10°C	„
30%	„	+ 70%	„	„	— 20°C	„
40%	„	+ 60%	„	„	— 30°C	„
50%	„	+ 50%	„	„	— 35°C	„

Mootori töötamisel aurab soojenevast vee ja piirituse segust osa piiritust kui kergemini auruvat ainet kiiremini kui vesi, mis muudab segu vähem külmakindlaks. Seepärast peab jahutussegu vähenemisel jahutusseadmes segule piiritust juurde lisama.

Mootori osadele ja kummist ühendusvoolikuile ei avalda piiritus kahjulikku mõju. Selles mõttes on piirituse ja vee kasutamine külmakindla vedelikuna väga otstarbekas. Segu valamisel jahutusseadmesse peab oldama ettevaatlik, et seda ei satuks sõiduki värvile, sest piiritus teeb värvi laiguliseks.

Vee ja glütseriini segu

Vee ja glütseriini segu kasutatakse külmakindla vedelikuna üsna rohkesti. Glütseriin ei aura segu soojenemisel jahutusseadmes, vaid aurab ainult vesi. Seepärast peab vee ja glütseriini segu kahanemisel jahutusseadmesse lisama juurde ainult vett.

Glütseriini ja vett võib kasutada järgmises vahekorras:

Tabel.

30%	glütseriini	+ 70%	vett	külmub	— 10°C juures
40%	„	+ 60%	„	„	— 20°C „
50%	„	+ 50%	„	„	— 30°C „
55%	„	+ 45%	„	„	— 35°C „

Glütseriin ja vesi tuleb põhjalikult läbi segada enne jahutusseadmesse valamist. Segu, mis sisaldab suure protsendi glütseriini, on külmana raskesti voolav, eriti aga siis, kui glütseriin pole veega hästi segatud. Arvamine, et glütseriin mõjub halvasti jahutusseadme kummist ühendusvoolikuile, ei pea paika. Hulgalised katsed, mis on tehtud glütseriini mõju uurimiseks kummist esemeile, on tõendanud, et glütseriin ei riku kummit.

Vee, piirituse ja glütseriini segu

Vee, piirituse ja glütseriini segu kasutamine külmakindla vedelikuna on andnud häid tulemusi. Piiritust ja glütseriini võetakse ühesuurustes osades.

Piiritust:				Külmumistemperatuur:
10% + 10%	glütseriini	+ 80%	vett	— 10°C
15% + 15%	„	+ 70%	„	— 20°C
20% + 20%	„	+ 60%	„	— 30°C
25% + 25%	„	+ 50%	„	— 35°C

Kloorkaltsiumi kasutamine

Kloorkaltsiumi vesilahus on odavamaid külmakindlaid vedelikke:

Kloorkaltsiumi:			Külmumistemperatuur:
10%	+ 90%	vett	— 5°C
20%	+ 80%	„	— 10°C
25%	+ 75%	„	— 30°C
28%	+ 72%	„	— 40°C

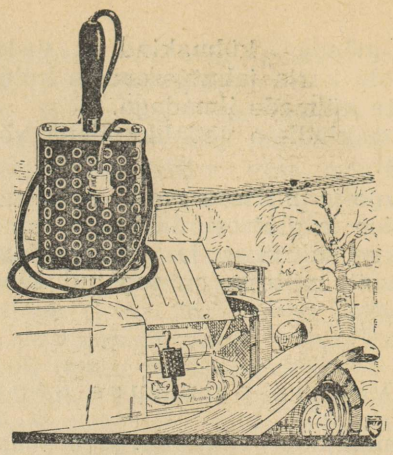
Kloorkaltsiumi % võetakse küllastatud lahusena mahuliselt.

Vee auramisel kloorkaltsium sadestub lahusest ja katab radiaatori kärjestiku seinad, takistades lahuse korralikku ringvoolu. Selle vältimiseks tuleb kloorkaltsiumi lahusele alati vett juurde lisada, kui lahus on auramise tagajärjel kahanenud.

Kloorkaltsium sisaldab vähesel määral hapet. Kuna hape mõjub sööbivalt mootori ja radiaatori metallosadele, siis kõrvaldatakse kloorkaltsiumi lahuse sööbiv mõju mõne leelise, näit. sooda, salmiaagi või mõne muu lisandamisega. Leelist tuleb segusse lisandada niipalju, kuni sinine lakmuspaber segusse kastmisel ei värvu enam punaseks. Kloorkaltsiumi pole soovitav kasutada, sest ta jätab sadestust jahutusseadme seintele.

Soojendusahjud

Sõiduki seismajäämisel külmaga võib kasutada soojendusahje. Need soojendusahjud asetatakse mootori katte alla (joon. 284), kus nad annavad küllaldast soojust jahutusvee külmumise vältimiseks. Soojendusahjude kütmiseks kasutatakse petrooleumi, bensiini või elektrit. Kuna need ahjud on eriliselt valmistatud, pole vaja karta tulekahju tekkimist, küll aga võib elektrivoolu juhuslikul katkemisel või ahju kustumisel külmuda jahutusseadmes olev vesi.



Joon. 284. Elekterküte.

JAHUTUSSEADME RIKKEID

Rikked jahutusseadmes võivad olla tingitud:

1) puudulikust veeringvoolust,
2) puudulikust õhuvoolust,
3) jahutusseadme mehaanilisest seisukorrast,
4) jahutusseadmest mitteolenevaist põhjuseist.

Praegusaja automootorite jahutusseadmed on ehitatud kerguse saavutamiseks väga väikese veemahutavusega. Väikese mahuga jahutusseadmes peab sama veehulk kiiremini ringi voolama, et jahutus oleks küllaldane.

Radiaatori jahutamisvõime on tagavarata tasakaalus mootorist kõrvaldamisele tuleva soojushulgaga, seepärast suudab jahutusseade ainult siis jahutada mootorit tarvilikul määral, kui jahutusseade on korras. Väiksemgi kõrvalekaldumine jahutusseadme korralikus tegevuses rikub tasakaalu radiaatori jahutusvõime ja mootorist kõrvaldamisele kuuluva soojushulga vahel, mis väljendub mootori ülekuumenemises. Asume jahutusseadme rikete lähemale vaatlusele.

1. Puuduliku veeringvoolu põhjustavad:

a) radiaatori ummistunud kärjestik,
b) radiaatori ummistunud külmaveeanum,
c) radiaatori ummistunud ühendustorud,
d) rikkis või kulunud veepump,
e) rikkis termostaat,
f) ummistunud veeläbivooluavad veesärgis,
g) sadestis ja rooste veesärgis.

Jahutusseadme eest pidevalt hoolitsedes on võimalik loetletud rikkeid kui mitte just täielikult vältida, siis vähemalt muuta neid harva esinevaiks.

Ummistunud kärjestik

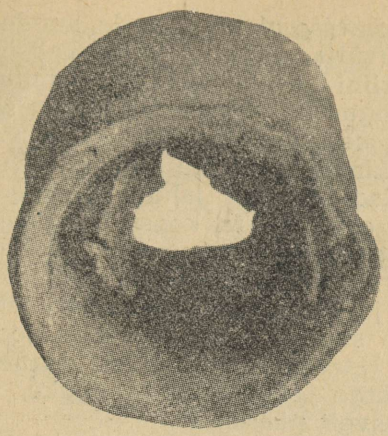
Radiaatori kärjestiku vee läbivoolutorude avad on väga kitsad, sageli ainult 2—3 mm laiad. Seega pole vaja kuigi palju roostesadestist, katlakivi või mustust, et neid avasid ummistada kas osaliselt või täiesti, millega on takistatud vee korralik läbivool radiaatorist. Kui vesi ei saa voolata läbi radiaatori korralikult, ei saa ta ka korralikult jahtuda ning põhjustab mootori ülekuumenemist.

Ummistunud külmaveeanum

Radiaatori külmaveeanum on koht, kuhu tavaliselt koguneb veega jahutusseadmesse sattunud mustust, jahutusseadme seinte küljest lahtipudenenud katlakivi-terakesi ja mootori veesärgi seinte küljest lahtitulnud roostet, takistades külmaveeanumasse suubuvais radiaatori kärjestiku torudes voolaval veel pääseda tagasi mootori veesärki läbi alumise ühendustoru.

Ummistunud ühendustorud

Radiaatori ühendustorud ummistuvad pikaajalisel kasutamisel. Hoolimata sellest, et ühendustorude voolikud on valmistatud kuuma vett taluvast kummist, juhtub, et nad seestpoolt tursuvad (joon. 285), kuigi välispidiselt pole midagi märgata. Vooliku tursunud koht on väiksema läbilõikega kui tarvilik, mistõttu veeringvool läbi vooliku on takistatud.



Joon. 285. Radiaatori voolik on seestpoolt tursunud.

Soovitav on uuendada radiaatori ühendustorude voolikud mootori igakordsel korrastamisel, kui voolikuis on vähegi märgata kummi tursumist.

Rikkis või kulunud pump

Praegu esineb mootorite tsentrifugaalpumpadel rikkeid harva. Tsentrifugaalpumba tiivikratta murdunud tiiva puhul pump ei suuda tekitada küllaldaselt veeringvoolu. Kui pumba ajamiülekanne pole täiesti korras (näit. ventilaatoririhm pole korralikult pingul), ei pöörle tiivikratas tarvilikul määral. Aeglasematel pööretel aga pump ei suuda tekitada küllaldaselt survet vee korralikuks ringvooluks.

Rikkis termostaat

Kui termostaadi klapp ei avane ettenähtud jahutusveetemperatuuril, vaid avaneb hiljem või ei avane üldse, ei saa veesärgis kuumenenud vesi voolata radiaatorisse jahtumiseks, vaid jääb veesärki, kus mootori edasitöötamisel peagi kuumeneb niivõrd, et hakkab keema. Termostaadi rike tekib peamiselt termostaadi lõõtsas väikese avakese või murde näol. Siit pääsevad eetriaurud lõõtsa soojenemisel välja, mistõttu lõõtsas ei saa tekkida vajalikku rõhku termostaadi klapi avamiseks.

Pole soovitav hakata parandama termostaati, vaid see tuleb uuendada. Termostaadi kontrollimiseks võetakse termostaat jahutusseadmest välja ja asetatakse kuuma vette. Kui termostaadi klapp kuumas vees avaneb, on termostaat korras. Kuumast veest väljavõtmisel ja kiirel jahutamisel peab termostaadi klapp uuesti sulguma. Tavaliselt kontrollitakse termostaati 80°C kuumas vees.

Ummistunud vee läbivooluavad veesärgis

Enamasti põhjustavad puudulikku jahutusvee ringvoolu mootori veesärgis ummistunud vee läbivooluavad. Veesärgi vee läbivooluavad ummistuvad katlakivist, mis sadestub avade servadele. Veesärgi ummistunud läbivooluavad ei suuda vett tarvilikul määral läbi lasta, mis põhjustab mootori ülekuumenemist. Katlakivi puhastus eespool kirjeldatud viisil kõrvaldab selle puuduse.

Sadestis ja rooste veesärgis

Sadestis, mis tekib katlakivist ja vees leiduvaist mustusekübemeist, samuti rooste valgub veesärgi alumisse ossa, takistades vee korralikku ringvoolu ümber silindrite, s. o. mootori korralikku jahutust. Rooste tekib jahutusvees leiduva õhuhapniku keemilisel ühinemisel veesärgi materjaliga — malmiga. Mida rohkem jahutusvesi sisaldab õhku, seda rohkem on jahutusvees hapnikku, mistõttu ka rooste tekkimine on tugevam. Rooste tekkimise vähendamiseks tuleb hoolitseda selle eest, et jahutusseadmesse ei satuks mõne ava kaudu õhku. Seda on võimalik teha, välja arvatud koht, mille kaudu jahutusseade on ühenduses välisõhuga, s. o. ülejooksutoru. Muud jahutusseadme avad tuleb kinni panna.

Rooste, olles erikaalult umbes 4 korda kergem malmist, võtab enda alla 4 korda suurema ruumala. Seetõttu ei püsi tekkinud roostekübemekesed veesärgi seinte küljes, vaid pudenevad seintelt, valgudes veesärgi alumisse ossa, ning ummistavad seal läbipääsu jahutusvee ringvoolule.

2. Puudulikku õhuvoolust põhjustavad:

a) korratu radiaator,
b) korratu ventilaator.

Puudulikku õhuvoolust põhjustavad rikked on mootoril näha väljastpoolt, seega nad on hõlpsasti kõrvaldatavad.

Korratu radiaator

Radiaator pole korras, kui ta on väljastpoolt pori täis pritsitud. Pori katab kärjestikku, takistades kärjestikul puutuda kokku õhuvoolusega ning õhuvooluse läbipääsemist radiaatorist. Seega ei saa kärjestik soojust jahutusveelt üle anda välisõhule.

Tihti satuvad autosõidul igasugused putukad kärjestikku, takistades õhu voolamist läbi kärjestiku, mis vähendab radiaatori jahutusvõimet.

Radiaatorile liiga lähedale asetatud registrimismärk takistab õhu voolamist läbi radiaatori, kuna märk sel juhul katab kinni osa radiaatori kärjestikust. Kuumemate ilmadega võib see põhjustada puudulikku jahutust.

Radiaatorikatet automaatselt avava termostaadi rikkisolek, samuti ka kogemata etteunustatud radiaatorikate takistab küllaldast õhu voolamist läbi radiaatori, mistõttu mootori jahutamine ei toimu korralikult.

Korratu ventilaator

Ventilaatori korratust põhjustavad ventilaatori lõtv või rebenenud rihm, samuti ventilaatori paindunud või murdunud tiivad. Neid rikkeid näeb väliselt, mistõttu neid saab kohe parandada.

Mõnikord saab puudulikku õhuvoolust kõrvaldada ventilaatori tiibade painutamisega suurema nurga alla.

3. Jahutusseadme mehaanilisi rikkeid

Jahutusseadme mehaanilised rikked põhjustavad tihti korratut jahutust. Neist võiks nimetada järgmisi:

a) jahutusseadme lekkimine,
b) jahutusseadme vigastus ja
c) võõrkehade sattumine jahutusseadmesse.

Jahutusseadme lekkimine

Jahutusseadme lekkimine võib ilmneda:

1) radiaatoris,
2) veesärgis,
3) ühendusvoolikus,
4) veepumbas.

Soojal suvisel ajal ei anna lekkimine jahutusseadmes endast kuigi palju märku, sest vähene lekkimine pannakse tavaliselt jahutusvee auramise arvele, mispärast ei asuta kohe lekkimise põhjuse kõrvaldamisele, vaid lisatakse jahutusseadmesse puuduv osa vett juurde.

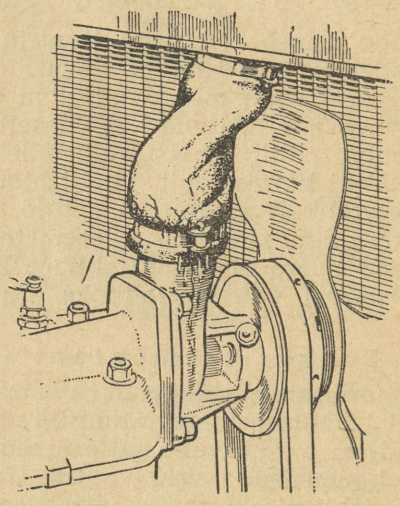
Külmal ajal aga, mil jahutusseadmesse on pandud külmakindlat vedelikku, mida tuleb järjest juurde osta, et täita jahutusseadmest väljavoolanud osa, annab jahutusseadme lekkimine end tunda.

Külmakindla vedelikuga täidetud jahutusseadmesse ei tohi segule juurde lisada vett (välja arvatud kloorkaltsiumi ja glütseriini kasutamisel, kui jahutusvedeliku kogus on vähenenud auramise tagajärjel), sest vee juurdelisamisel väheneb külmakindla vedeliku külmataluvus.

Radiaator on jahutusseadme kõige õrnem osa, sest ta koosneb hulgast õhukestest torudest, mis on ühendatud omavahel kui ka kuuma- ja külmaveeanumaga jootmise teel. Radiaatori lekkimist ilmneb suurelt osalt just neis jootekohtades. Harvemini juhtub, et torru endasse või kärge tekib mõni auguke, millest jahutusvett pääseb välja.

Lekkimist veesärgis põhjustavad mootoriploki puudulikult pingutatud kaanepoldid, mootoriploki vigastatud kaanetihend või ühendustorude kinnitusäärikute lahtiolek.

Kui radiaatori ühendusvoolikute kinnitusklambrid pole tõmmatud hästi kinni, võimaldab voolik lekkimist (joon. 286).



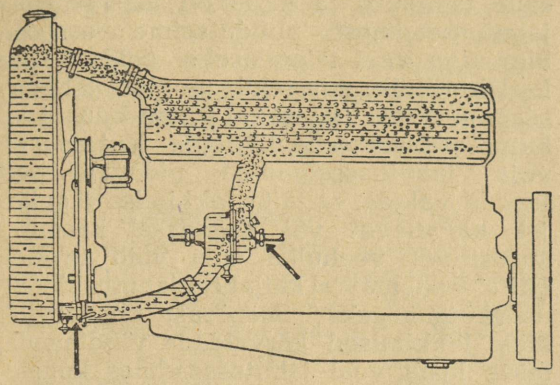
Joon. 286. Lekkimine ühendusvooliku halva kinnituse tõttu. Keerdus ühendusvoolik takistab veeringvoolu.

Veepumbas tekib lekkimine peamiselt pumbavõlli tihendi läbilaskmise tõttu. Tihendi pingutamisega või uuendamisega kõrvaldatakse viga.

Peale vee väljavoolamise põhjustab lekkimine õhu sissetungimist jahutusseadmesse. Mootori töötamisel on pumba imemispoolel, s. o. radiaatori alumises osas ja ühendustorus kuni veepumbani, pumba töötamise tõttu rõhk allpool välisõhu rõhku või teiste sõnadega — jahutusseadme selles osas on hõrendus

(vaakum), sest pump imeb vett jahutusseadme sellest osast ning surub selle läbi veesärgi ja ülemise ühendustoru radiaatorisse.

Kui mootori seisu ajal lekkimine on selles jahutusseadme osas, milles mootori töötamisel on hõrendus, siis pääseb sealtkaudu mootori töötamisel kindlasti ka õhku jahutusseadmesse (joon. 287).



Joon. 287. Õhu sattumine jahutusseadmesse.

Õhu sattumine jahutusseadmesse põhjustab veesärgi tugevamat roostetamist, sest rooste saab tekkida ainult siis, kui malmveesärk puutub kokku õhus oleva hapnikuga.

Seega on tähtis kõrvaldada lekkimine jahutusseadmes mitte ainult veekao pärast, vaid veesärki õhu sissepääsemise takistamiseks, mis kutsuks seal esile roostetamist.

Jahutusseadme vigastused

Jahutusseadme vigastused tekivad peamiselt õnnetusjuhtudel, kokkupõrkeil teiste sõidukitega või esemetega ja jahutusseadme külmumisel.

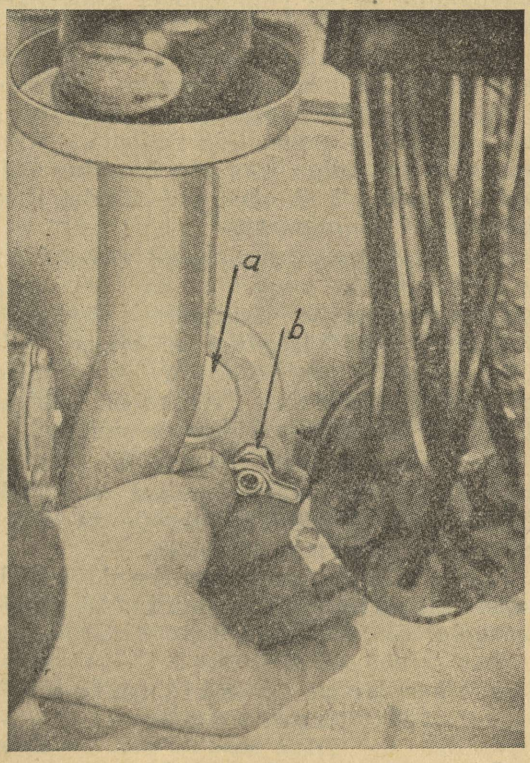
Jäätumisel algmahust 20% võrra suuremaks paisudes vajab jää suuremat ruumala, kui jahutusseadme maht seda võimaldab, ning surub seetõttu jahutusseadme seinad puruks. Veesärgi purunemise vältimiseks vee jäätumisel veesärgis on veesärgi seintes ette nähtud kaitsmed. Kaitsmeiks on ümmargused õhukesed plekist seibid, mis on asetatud veetihedalt selleks veesärgi välisseintes ettenähtud avadesse (joon. 288). Kui vesi jäätumisel paisub, surub ta kaitseseibid veesärgi seintest välja, millega avaneb jääl paisumisvõimalus ning veesärk jääb terveks.

Igakord aga ei tohi olla kindel neile kaitsmeile, sest on palju juhtumeid, kus jäätumisel paisuv vesi ei suru kaitset veesärgi seinast välja, vaid purustab veesärgi seina, jättes kaitseseibi terveks.

Põhjus võib olla tingitud sellest, et kaitseseib on veesärgis kattunud katlakivikihiga, mis takistab paisuval jääl seibi välja surumast, või seib on veesärgi avasse kinni roostetunud. Sagedasti värvitakse mootoriplokk väljastpoolt ning kaetakse ka veesärgi kaitseseibid värviga. Kuivanud värv takistab kaitseseibi väljatulemist veesärgis oleva vee jäätumisel.

Kui vesi on külmunud kas ainult veepumbas või kogu jahutusseadmes ning hoolimata sellest pööratakse mootori väntvõlli käivitusvända või käiviti abil, siis murduvad veepumba tiivikratta tiivad, sest veepumbas olev jää ei võimalda tiivikratta tiibade liikumist.

Mootoril, mille veepump asetseb alumise ühendustoru vahel, koguneb jahutusseadmes kondenseeruvat auru veepumba alumisse poolde, kuigi vesi on jahutusseadmest juba välja lastud. Kui see



Joon. 288. *a* — kaitseseib mootoriploki lõhkemise vältimiseks külmumisel, *b* — veekraan vee väljalaskmiseks veesärgist.

veehulk ei saa pumbast välja voolata, külmub see seal ära ja põhjustab tiivikratta tiibade murdumist mootori käivitamisel. Seepärast on soovitav mootori seismajätmisel, kui jahutusvesi on jahutusseadmest välja lastud, lasta mootoril töötada umbes 1 minut. Siis aurab jahutusvesi lõplikult mootoriploki soojenemise tõttu. Igaks juhuks tuleb vee väljalaskekraanid peale vee väljalaskmist jätta lahti.

Vee külmumisel radiaatoris surub kärjestikus paisuv jää jahutustorude või kärgede jootmiskohad lahti. Kuigi tekkinud praod ei ole kohe nähtavad, hakkab radiaator lekkima kas kohe jää sulamisel või alles mootori mõneaegsel töötamisel. Harvemini tekib vigastusi kuuma- või külmaveeanumas.

Radiaatorit võib vigastada ka ventilaatori paindunud tiib, mis satub vastu radiaatori kärjestikku. Ka ventilaatori võlli paindumisest võivad ventilaatori tiivad sattuda vastu radiaatori kärjestikku, seda vigastades. Harva põhjustab sööbimus radiaatori lekkimist, peamiselt aga vibreerimine ja põrumine ning radiaatori väänamine raami paindumisel konarlikel teedel sõitmisel.

Lekkimine tekib radiaatori kõige õrnemas kohas — kokkujootekohas. Mitmete lekkimiskohtade ilmnemisel radiaatoris on soovitatav kontrollida radiaatori kinnitust raami külge, kas see kinnitus võimaldab raami küllaldast paindumist ilma radiaatorit mõjutamata.

Liiga sagedane jahutusseadme puhastamine ülemäära kange sooda- või teiste puhastusvahendite lahusega põhjustab radiaatori vaskkärjestiku sööbimist. Sellise sööbimise tunnuseks on ümmarguste augukeste tekkimine radiaatori kärjestikus või kuuma- ja külmaveeanumas.

Augukesed kärjestikus võivad tekkida ka radiaatorite valmistamisel materjali ülevenitatud kohtades, kärgede ja lamedate ühendustorude nurkades.

Liiga kange puhastusvahend mõjub sööbivalt ka mootori alumiiniumist plokikaanele.

Võõrkehade sattumine jahutusseadmesse

Jahutusseadme laitmatu töötamise peatingimuseks on jahutusseadme puhtus. Võõrkehade ja võõrainete sattumine jahutusseadmesse põhjustab seadme korratut töötamist. Jahutusseadme suurimaiks vaenlasteks on: katlakivi, õli, gaasid ja muud võõrained.

1. Katlakivi

Katlakivi tekkimist jahutusseadmes, selle tagajärgi ja katlakivi kõrvaldamist jahutusseadmest puudutasime eespool. Siin olgu veel täienduseks öeldud: see katlakivihulk, mis tekib mootori jahutusseadme ühest täitest, ei kutsu kunagi jahutusseadmes esile häireid. Kui aga on vaja jahutusseadmesse pidevalt vett juurde valada, et täita lekkimise tagajärjel kahanevat või sagedasel keemisel aurustuvat veehulka, siis võib tekkida küllaldasel määral katlakivi jahutushäirete esilekutsumiseks. Seepärast on tarvilik kõik lekkimised kõrvaldada viivitamata, mitte lasta veel jahutusseadmes kuumeneda keemiseni, juurdevalamiseks kasutada lubjavaest vett ning jahutusseadme vett võimalikult harva vahetada. Kui jahutusseadet puhastada korralikult 2—3 korda aastas, siis pole vaja karta rikkeid katlakivi tõttu. Vastasel korral aga katab katlakivi jahutusseadme seinad õhukese kihiga, takistades silindrite jahutust ja soojuse ülekandumist jahutusveelt välisõhule.

2. Õli jahutusseadmes

Õli võib jahutusseadmesse sattuda kas mootoriploki kaanetihendi läbilaskmise tagajärjel otseselt silindrist või veepumba laagrite kaudu. Jahutusseadmesse sattunud õli katab õhukese õlikihiga kogu jahutusseadme seinad. Kuna õli on niisama halb soojusjuht kui katlakivi, takistab ta samuti liigse soojuse juhtimist silindriseintelt jahutusveele ning jahutusveelt radiaatori seinte kaudu välisõhule.

Peale selle õli põhjustab kokkupuutumisel ühendustorude kummivoolikutega, roosteterakestega ja vees leiduvate mustusekübemetega kleepuva sadestise — lämu ehk sodi — tekkimist. Sodi aga, valgudes veesärgi ja radiaatori alumisse ossa, takistab vee korralikku ringvoolu.

Õli kõrvaldatakse jahutusseadmest samuti kui katlakivigi soodaveega keetmise teel.

3. Gaasid jahutusseadmes

Kui mootoriploki kaas pole pinetatud korralikult või tihend on vigastatud, mis võimaldab töötanud gaaside sattumist töötaktil silindreist jahutusveesärki, võib see põhjustada rooste kiirendatud tekkimist veesärgis. Rooste tekkimise ulatus veesärgis sõltub silindreist jahutusseadmesse pääsevate gaaside ja kütuses leiduva väävli hulgast. Kütuses leiduva väävli põlemisel tekib vääveldioksüüd, gaas, mis on muidu ohutu, kuid veega kokkupuutumisel tekitab väävlishapet. Väävlishape aga mõjub sööbivalt mootoriplokile.

Kas plokikaane tihend laseb läbi või mitte, näeme töösoojal mootoril, kui avame radiaatori vee sissevalamisava korgi ning jälgime, kas jahutusveest tuleb õhumulle, kui pöörame käivitusvända abil mootori väntvõlli. Kui jahutusveest tuleb õhumulle, siis see tähendab, et surutakti ajal pääseb silindris kokkusurutavat küttesegu jahutusseadmesse. Samuti pääsevad siis töötanud gaasid mootori töötamisel ka jahutusseadmesse.

4. Võõrollused jahutusseadmes

Peale juhuslikult jahutusseadmesse sattuda võivate võõrolluste võiks mainida veel liiva ning mustuskübemeid sissevalatavas jahutusvees (otstarbekohane on vesi jahutusseadmesse valamisel lasta läbi sõela) ja jääki, mis jätavad mõned külmumiskindlad ained ja radiaatori lekkimise takistamiseks, rooste vältimiseks või jahutusseadme puhastamiseks kasutatavad ained. Viimaste kasutamisel tuleb hoolitseda selle eest, et nad ei halvaks jahutusseadme korralikku töötamist.

4. Jahutusseadmest enesest mitteolenevad rikked

Tihti ilmnevad jahutusseadmes puudused, mis pole tekkinud jahutusseadmest enesest, vaid mootori korratu töötamise tagajärjel. Need puudused väljenduvad peamiselt jahutusvee liigses kuumenemises või koguni keemises (mootori ülekuumenemine). Siin võivad esineda järgmised põhjused:

1. Mootori ülekoormamine

Kui mootor töötab pikemat aega täisvõimsusega aeglasel veol (näit. pikal tõusul täiskoormaga aeglaselt üles sõites), võib juhtuda, et auto kiirusest tekkiva õhu vastuvooluse puudumisel ventilaator üksi ei suuda tekitada niivõrd tugevat õhuvoolust, et see suudaks tarvilikul määral jahutada radiaatorisse tulevat kuuma vett. Seetõttu hakkab vesi jahutusseadmes keema. Vee keemist radiaatoris põhjustab ka mootoris esinev detonatsioon.

2. Liiga hiline süüde

Kui küttesegu süüdatakse elektrisädeme poolt silindris liiga hilja, toimub põlemine kolvi teekonna suurel osal. See võimaldab põlevail gaasidel puutuda kokku silindriseintega pikemat aega ja suuremal ulatusel, mistõttu silindriseinad kuumenevad tugevamalt. Kuna jahutusseade on määratud korralikult töötava mootori silindriseinte jahutamiseks, ei suuda see hilise süüte tõttu kuumenevate silindriseinte poolt väljaantavat soojahulka välisõhule üle anda ning mootor kuumeneb üle.

3. Rikas või lahja küttesegu

Kui mootorisse imetav küttesegu pole õige koostisega, s. o. mootorisse imetav õhk sisaldab kas liiga palju või liiga vähe kütust sisseimetud õhuhulga kohta, siis segu ei põle mootoris küllalt kiiresti. Küttesegu aeglasel põlemisel puutuvad põlevad gaasid kolvi teekonna liiga pikal osal kokku silindriseintega, mistõttu seinad kuumenevad liiga tugevasti. See põhjustab mootori ülekuumenemist, samuti kui hiline süüdegi.

4. Halb mootoriõli või puudulik õlitus

Kui tarvitatakse ebakohast või halba mootoriõli, siis see vedeldub liialt ning valgub kolvi ja silindriseina vahelt välja, jättes silindris kiiresti edasi-tagasi liikuva kolvi kuivaks. Sellest tekkinud suurendatud hõõrdumine kolvi ja silindriseina vahel põhjustab mootori ülekuumenemist. Seda põhjustab ka puudulik õlitamine.

Veepuudus jahutusseadmes

Vee kahanemine jahutusseadmes on tingitud jahutusseadme lekkimisest, vee auramisest või vee väljalaskekraani juhuslikust avanemisest sõiduki põrumisel.

Veetaseme alanemine jahutusseadmes takistab vee korralikku ringvoolu. Kui termosifoonilises jahutusseadmes veetase langeb niivõrd, et veepind ülal katkeb (joon. 218), siis vesi ei saa jahutusseadmes enam ringi voolata. Mootori veesärgis kuumenev vesi ei pääse jahtumiseks radiaatorisse ning hakkab seetõttu keema — mootor kuumeneb üle.

Pumpjahutusseadmes võib veeringvool jätkuda pumba survel ka siis, kui vesi on kahanenud, kuid loomulikult on ringvool siis puudulik ning põhjustab mootori jahutuse puudulikkust.

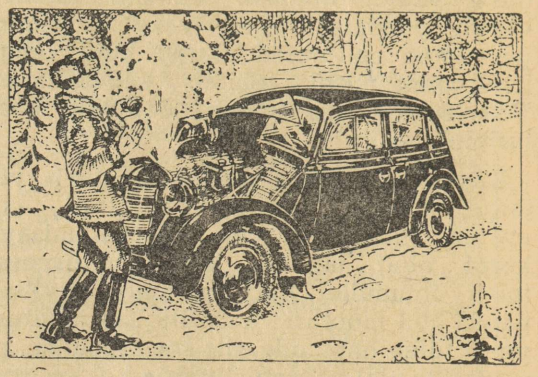
Seepärast peab alati hoolitsema selle eest, et jahutusseade oleks veega täidetud tarvilikul määral. Soovitav on veetaset jahutusseadmes kontrollida enne garaažist väljasõitmist. Samuti tuleb pikemail sõitudel vett vahete-vahel kontrollida.

Ettevaatust vee sissevalamisega!

Kui vesi jahutusseadmes on hakanud keema veepuuduse tagajärjel ning mootoriplokk on seetõttu üle kuumenenud, ei tohi jahutusseadet kunagi kohe täita külma veega. Külm vesi, sattudes mootori veesärki, jahutab mõnda mootoriploki osa rohkem. Jahtunud mootoriosa tõmbub kokku ning tekitab mootoriplokis pingeid, mis kas kõverdavad ploki või plokikaane või tekitavad koguni pragusid mootoriplokis. Selle vältimiseks tuleb vett jahutusseadmesse juurde valada pikkamööda, lastes mootoril töötada aeglastel pööretel.

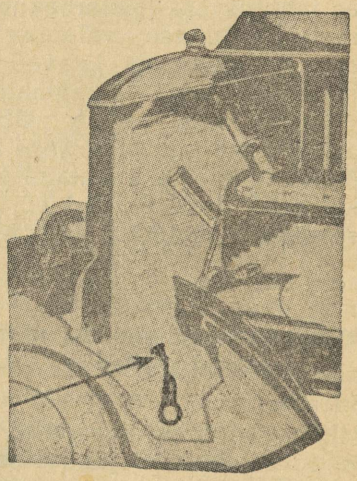
Niisama hädaohtlik kui külma vee valamine ülekuumenenud mootorisse on ka kuuma vee valamine külma mootorisse. Kui mootor seisab külmas garaažis või väljas, evib mootoriplokk välisõhu temperatuuri. Kui valada kuuma vett talvise külma ilmaga külma mootori jahutusseadmesse, kuumeneb see mootori osa, kuhu vesi sissevoolamisel puutub, rohkem kui eemalolevad osad ning mootoriplokk võib praguneda tekkivate pingete tõttu.

Ka ei tohi mootori jahutusseadmesse, mille temperatuur on alla 0° C, valada külma vett, sest sissevalatav külm vesi võib jäätuda kokkupuutumisel jahutusseadme külmade seintega.



Joon. 289. Kui vesi keeb — mitte avada radiaatori korki, sest keeva vett võib pritsuda kehale.

Otstarbekohane on külma ilmaga valada mootorisse enne käivitamist sooja vett (30—40°). Nii pole vaja karta mootoriploki pragunemist ega sissevalatava



Joon. 290. Aparaat, mis hoiatab juhti vee keemahakkamisel. See aparaat kinnitatakse ülejooksutoru alumise otsa külge. Kui vesi kuumeneb sedavõrd, et hakkab keema, tekitab see aparaat häält, mis juhib juhi tähelepanu rikkele jahutusseadmes.

vee jäätumist, ja soojenenud mootorit on kerge käivitada.

Juhul, kui sooja vett pole käepärast, võib külma mootori käivitada vett jahutusseadmesse valamata, lasta mootoril mõned minutid töötada, et ta veidi soojeneks (mootoril ei tohi lasta töötada ilma veeta liiga kaua, sest mootor võib seetõttu üle kuumeneda), ja alles siis valada vesi jahutusseadmesse. Nii pole vaja karta vee jäätumist külmas mootoriplokis ega radiaatoris.

Kuid seda viisi ei saa soovitada, sest mootori töötamisel veeta kuumenevad silindriseinad põlemisruumi osas kiiresti, samal ajal aga mootor jääb muus osas külmaks. See võib tekitada mootoriplokis pragunemist.

Vee valamisel jahutusseadmesse võib juhtuda, et veesärki jäi õhku, kuigi sissevalamisavast näib, et jahutusseade on vett täis. Et jõuda selgusele, kas jahutusseade on tõesti vett täis, tuleb mootor hetkeks käivitada. Kui veetase siis ei lange, on jahutusseade vett täis.

Vee väljalaskmisel avada kõik kraanid

Sõiduki seismajätmisel ööseks külma garaaži või pikemaks ajaks välja tuleb jahutusseadmest kõik vesi välja lasta. Kui jahutusseadmel on mitu vee väljalaskekraani, tuleb avada kõik kraanid. Mootoril võib leiduda kuni 4 veekraani. Need asetsevad jahutusseadme kõige madalamais kohtades. Kui ei avata kõiki kraane, võib kinnijäänud kraani juures olevasse jahutusseadme ossa vesi jäätuda ning vigastada jahutusseadet.

Mis teha, kui vesi radiaatoris on jäätunud?

Juhul, kui vesi radiaatoris on jäätunud, hakkab veesärgis olev vesi keema. Sõiduk tuleb viivitamata peatada, mootor seisma panna ja radiaator kinni katta teki, kasuka või mõne muu kattega. Mootori soojus levib radiaatorini ning sulatab radiaatoris jää. Jäätunud radiaatorit tunneb sellest, et käega katsumisel radiaator on külm, kuna mootor on tuline või koguni vesi keeb mootoris. Katsudes ülemist ühendusvoolikut tunneme, et see on kuum, kuna alumine on külm.

Parem on muidugi viia sõiduk sel juhul lähimasse sooja ruumi või garaaži.

Iga kord radiaator jäätumisel ei lõhke, vaid töötab korralikult edasi peale jää sulamist.

Hädaohtlikum on juhtum, kui radiaatoris vesi on jäätunud ja samuti on jäätumas veesärgis. Päästa võib radiaatori kiire kinnikatmine ja mootori käivitamine, et saada soojust jäätunud radiaatori sulatamiseks.

Kuid kui külm mootor ei käivitu ja on karta vee jäätumist ka veesärgis, aitab vaid vee väljalaskmine mootoriplokist. Kui aga vett mootoriplokist ei saa välja lasta külmunud kraani tõttu, aitab ainult alumise ühendusvooliku kiire vabastamine või häda korral selle läbilõikamine.

Lahtise tulega, näit. leeklambi või priimusega, pole kunagi soovitav läheneda mootorile või radiaatorile nende soojendamise otstarbel. Peale tuleohu mootori läheduses oleva bensiini tõttu võib tekkida mootoriosade kohalikke ülekuumenemisi, mis põhjustavad mootori materjalis hädaohtlikke pingeid.

Porise radiaatori pesemine

Porise radiaatori pesemisel mitte kunagi juhtida veejuga eestpoolt vastu radiaatorit, vaid alati tagantpoolt (mootori poolt). Seega välditakse sõidul radiaatorile pritsitud pori sügavamale kärjestikku sisseviimist, kust seda on tülikas välja pesta. Samuti võib pori koos veejoaga sattuda mootori elekter-süüteseadme osadele või muile pori kartvaile kohtadele, tekitades hiljem rikkeid mootoris või selle osades.

Pori on radiaatorilt hõlbus kõrvaldada, kui see pole jõudnud veel täielikult ära kuivada.

Juhtumil, kui pori on kuivanud radiaatori külge, ei tohi seda hakata maha kraapima mõne kõva esemega, vaid tuleb veega niisutada, kuni see muutub pehmeks. Siis radiaator veejoaga puhtaks uhtuda.

Alaline hoolitsemine radiaatori välise puhtuse eest hoiab ära nii mõnegi edaspidise viperuse jahutusseadmes.

Radiaatori parandamine

Kui radiaator sõidul hakkab lekkima väikese augukese tekkimisel kärjestikus, on võimalik lekkimist ajutiselt kõrvaldada, kattes augukese isoleerpaelaga kinni. Häda korral saab auku kinni katta ka värske leivaga, kui midagi muud ei

juhtu olema käepärast. Värske leib muljutakse sõrmede vahel kititaoliselt kokku ning kititakse sellega kärjestiku lekkimiskoht kinni.

Lekkimist kärgradiaatoris võib ajutiselt parandada pehmest puust või korgist pruntidega, mis asetame lekkivasse kärge. Kärje lekkivat äärt võib leivaga kinni kittida.

Arusaadav, et selliselt võib radiaatorit parandada ainult ajutiseks kasutamiseks ja et esimesel võimalusel tuleb radiaatori lekkiv koht vilunud radiaatoriparandaja poolt lasta kinni joota.

Radiaatori lekkimise kõrvaldamise hädaabinõuna kasutatakse nn. „radiaatoritsementi". See on pulber, mida pannakse jahutusseadmesse, kui vesi jahutusseadmes on soe. See pulber seguneb veega, tsirkuleerides ühes veega jahutusseadmes. Väljudes koos veega lekkiva koha kaudu kivistub radiaatoritsement lekkivas kohas välisõhuga kokkupuutumisel ning suleb lekkimise.

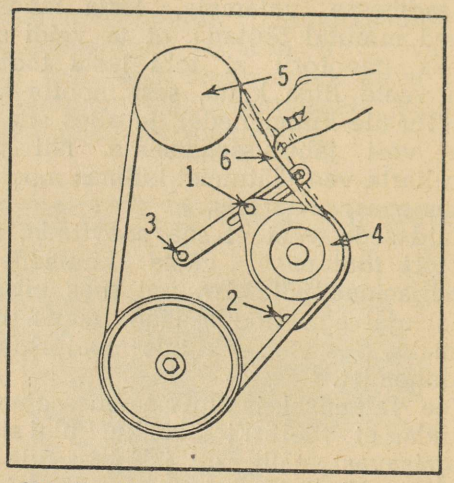
Sama pulbrit võib kasutada ka väikeste pragude sulgemiseks veesärgis.

Peale selle on pulbrilist metallitsementi, millest valmistatakse veega segamise teel pudrutaoline mass ja kaetakse sellega lekkimiskohad väljastpoolt.

Jahutusseadme roostekaitsest

Paljud autotehased soovitavad jahutusseadme roostetamise vältimiseks kasutada roostekaitse-vahendeid. Roostekaitse-vahendit tuleb panna uue sõiduki jahutusseadmesse enne sõiduki töölerakendamist ja tarvitatud sõidukite jahutusseadmeisse alles peale jahutusseadme põhjalikku puhastamist. Roostekaitse-vahend on keemiline aine, mis takistab jahutusseadmes rooste tekkimist, kuid see ei hävita juba olemasolevat roostet.

Roostekaitse-vahendite mõju kestus on keskmiselt kuus kuud. Selle aja möödumisel tuleb jahutusseade tühjendada ning ühes uue veega panna jahutusseadmesse ka uut roostekaitse-vahendit. Mõned külmumiskindlad vedelikud sisaldavad ühtlasi ka roostekaitse-vahendit.



Joon. 291. Ventilaatoririhma pinguldamise määr.
1 — dünamo asendi kinnituspolt, 2 — dünamo tugipolt, 3 — dünamo asendi hoova tugipolt, 4 — dünamo rihmaratas, 5 — ventilaatori rihmaratas, 6 — ventilaatoririhm.

Ventilaatoririhma pinguldamine

Suurema osa praegusaja mootorite ventilaatoririhmu saab pinguldada dünamo nihutamisega. Sama rihm, mis ajab ventilaatorit, ajab ka dünamot, saades liikumist väntvõllilt.

Dünamo edasinihkumisega saab rihma pinguldada. Ei ole soovitav pinguldada rihma liiga tugevasti, see hakkab mootori töötamisel ulguma ning kulub asjatult.

Liiga lõtv rihm libiseb ventilaatori ja dünamo rihmarattail ega aja neid korralikult. Selle tagajärjel ventilaator ei ime küllaldaselt õhku läbi radiaatori ning mootori jahutamine ei toimu korralikult.

Rihm on õieti pinguldatud, kui ta võimaldab 1 sm võrra läbisurumist, nagu joonisel 291 on näidatud.

IV. AUTODEL KASUTATAVATEST KÜTUSTEST

KÜTUSTE SAAMINE

Vedelkütused

Praegusaja autodel kasutatakse peamiselt vedelkütuseid, kuna vedelkütustena on autodel võimalik vedada kaasas suuremaid energiahulki, kui seda võimaldavad tahked ja gaasilised kütused.

Vedelkütuste energiasisaldus on palju suurem, kui meile tuntud tugeva lõhkevõimega lõhkeaineil. Näiteks sisaldab sama hulk dünamiiti vaid ¼—⅓ sellest energiahulgast, mida sisaldab bensiin, kuid dünamiidi tugev purustusvõime ilmneb silmatorkavamalt selle tõttu, et dünamiit, sisaldades endas kõiki põlemise reaktsiooniks vajalikke aineid, põleb plahvatuslikult silmapilkselt, kuna bensiinile on vaja suuri koguseid õhku lisandada, mis aga on seotud ajakuluga, mistõttu pikeneb põlemisprotsessi vältus.

Vedelkütuste kõrval kasutatakse autodel ka gaasilisi kütuseid, mida veetakse autodega kaasas kokkusurutud kujul teraspudelites või toodetakse otseselt autodele ehitatud gaasigeneraatoreis kas puidust või muust tahkest kütusest. Gaasilisi kütuseid on võetud kasutamisele peamiselt maades või rajoonides, kus vedelkütuste saamine on raskendatud või kus gaasilisi kütuseid saab mõne töötuse kõrvalproduktina odavahinnaliselt kasutada. Samuti kasutatakse veeldatud gaasi, mida võib vedada kaasas madalrõhu all terasmahutites.

Kuna praegusaja autodel kasutatakse vedelkütusena peamiselt bensiini, siis tutvuneme selle kütusega lähemalt.

Bensiini saadakse nafta ümbertöötamisel fraktsioneeritud destillatsiooni või krakkimise menetluse teel. Samuti aga ka sünteetilisel teel kivisöest või vesigaasist. Eesti NSV-s toodetakse bensiini põlevkivist krakkimise teel.

Naftat saadakse otseselt maapõuevarana. See koosneb peamiselt (95—98%) süsivesinikkudest ja vähesel määral hapniku-, väävli- ja lämmastik-ühenditest. Ümbertöötamiseks määratud nafta puhastatakse kõigepealt mehaanilistest lisanditest — liivast ja veest.

Fraktsioneeritud destilleerimise menetlusel saadakse bensiini sel teel, et kuumutatakse naftat mitmesuguse temperatuuri juures. Kuumutamisel eralduvad naftast esmalt kergemini aurustuvad süsivesinikud ja hiljem kõrgema temperatuuri juures aurustuvad süsivesinikud. (Mitmes fraktsioonis — sellest ka nimetus.) Jahutades mitmesuguste temperatuuride juures aurustunud süsivesinikud saame, sõltuvana aurustustemperatuurist, kõigepealt käivitusbensiini, siis aviobensiini, autobensiini, ligroiini, valgustuspetrooleumi, mootorpetrooleumi, gaasiõli ja solaarõli. Destilleerimisel järelejäävat paksu õlist vedelikku — masuuti kasutatakse toorainena mitmesuguste õlide ja määrete saamiseks, näiteks turbiiniõli, autooli, käigukastiõli, nigrooli jne., kuid samuti kasutatakse seda toorainena bensiini tootmiseks krakkimise või sünteetilisel menetlusel. Ligroiini kasutatakse kütusena traktoreile, kuid ka toorainena kergemate bensiinide, peamiselt aviobensiini saamiseks. Gaasiõli ja solaarõli kasutatakse kütustena diiselmootorites, kuid ka toorainena kergemate bensiinide saamiseks.

Kuna destilleerimisel saadav produkt sisaldab küllastamata süsivesinikke, mida tuntakse teravast lõhnast, ja kahjulikke väävliühendeid (merkaptaanid), mis mõjutavad sööbivalt metallist mahuteid ja torustikke, kõrvaldatakse need väävelhappe ja pliinaatriumi lisandamisega. Sealjuures tekkiv sadestus kõrvaldatakse, väävelhape pestakse veega välja ja

neutraliseeritakse selle võimalik jääk leelisega.

Fraktsioneeritud destilleerimisel saadav bensiinihulk, võrreldes töödeldud toorõli — nafta hulgaga, on väga väike — 15—20%, seepärast kasutatakse seda menetlust vähe ja on mindud üle bensiini tootmisele naftast krakkimise menetlusel.

Krakkimise menetlusi on mitu. Sõltuvalt menetlusest, kuumutatakse naftat rõhul 5 kuni 70 at ja temperatuuril 350 kuni 600° C. Sealjuures purunevad raskemad süsivesiniku ühendid kergemateks, mis võimaldabki selle menetluse teel saada töödeldud naftahulgast kuni 60% bensiini, pealegi paremas headuses, mida saavutatakse toimuva keemilise protsessi teadlikul suunamisel. Krakkimise menetlusel saadava bensiini puuduseks on selle kalduvus pikaajalisel seismisel oksüdeeruda — tõrvastuda, kuid ka selle vastu lisandatakse kaitsevahendeid. Krakkimise menetlusel võib bensiini tootmiseks kasutada toorainena kõiki kõrgema temperatuuri juures aurustuvaid destillaate, nagu masuuti, solaarõli, gaasiõli, mootorpetrooleumi jne.

Viimasel ajal on asutud bensiini tootmisele sünteetilisel teel — kivisöest, seda peamiselt maades, kus puudub nafta maapõuevarana. Selleks asetatakse pulbriks peenendatud kivisöetolmu ja mõne õli pudrutaoline segu suurtesse terasest silindritesse, milliseid kuumutatakse umbes 200 at rõhu all 500°C temperatuuri juures ja lisandatakse gaasilist vesinikku. Suure rõhu ja temperatuuri ning vastavate katalüsaatorite kaasmõjul toimub keemiline reaktsioon, kusjuures kivisöe süsinik rikastub vesinikuga, andes vedelkütuse. Valides või muutes rõhku, temperatuuri, katalüsaatoreid, reaktsiooni kestust ja kasutatavat toorainet, saame soovikohaselt toota kas bensiini, petrooleumi või diiselmootorite kütuseid, samuti ka muuta kütuste omadusi ja hulka.

Vähesel määral toodetakse bensiini kõrvalproduktina gaasidest, mis tekivad kivisöe koksistamisel, või vähem väärtuslikkude kivisöesortide, näit. pruunsöe, põlevkivi jne. destilleerimisel.

Mootorite kütusena kasutatakse ka piiritust, enamasti segatuna bensiini ja bensooliga. Puhta piirituse kasutamine automootorite kütusena ei tule kõne alla halbade käivitusomaduste tõttu. Samuti sisaldavad piirituse mittetäielikul põlemisel tekkivad gaasid äädikhapet, mis mõjutab sööbivalt mootori metallosi. Piiritust saadakse käärimisprotsessi tulemusena põllumajandussaadustest (kartul, teravili) või mõne põllumajandustööstuse (suhkrutööstuse) jäätmetest. Kuna käärimine on bioloogiline protsess, mis võib toimuda vaid madala piirituse-vee kontsentratsiooni juures, siis on siin raskeim ülesanne piiritust saada kätte sellest lahjast segust. See toimub segu rektifitseerimisel vastavas seadises.

Gaasilised kütused

Gaasilisi kütuseid kasutatakse jõuvankrite mootorite kütteks peamiselt kahte liiki, komprimeeritud ja veeldatud kujul. Komprimeeritud gaasi moodustavad gaasid, mis ka kõrgete rõhkude juures ei veeldu ja selle tõttu veetakse jõuvankritel kaasas kõrgerõhulistes teraspudelites 200—300 at rõhu all. Siia kuuluvad tavaline valgustusgaas, jõugaas, mitmesuguste tööstusharude gaasilised kõrvalproduktid, näit. koksiahjude gaas ja otseselt maapõuest väljavalguv maagaas — peamiselt metaan. Need gaasid koosnevad metaanist, vingugaasist ja vesinikust ning vähesel määral teiste gaaside lisandustest. Kokkusurutuna teraspudelisse sisaldab üks teraspudel 10—11 m³ gaasi (normaaltingimustes), mis vastab umbes 5—6 liitri bensiinile. Selline teraspudel kaalub täidetuna umbes 75 kg, mis piirab kaasavõetavate teraspudelite arvu. Seega on komprimeeritud gaasiga töötava jõuvankri tegevusraadius piiratud ning seda kasutatakse veoautodel ja autobustel lähistranspordi või linnasisetranspordi teostamiseks. Puuduseks on teraspudelite suur tühikaal, mis on jõuvankrile lisakoormaks.

Veeldatud gaasidena kasutatakse gaase, mis juba normaaltemperatuuri juures veelduvad 6—8 at rõhu all. Need on peamiselt propaani ja butaani segu, vahekorras 4:6 kuni 6:4, mis saadakse maapõuest ja kõrvalproduktina sünteetilisel menetlusel bensiini tootmisel. Kuna veeldatud gaas on kaasavedamisel vaid mõne atmosfäärilise rõhu all, siis on selle kaasavedamise anumad valmistatud vaid õhukesest teraslehest — seega ei koormata jõuvankrit asjata tühikaaluga. Soojus-

väärtuse poolest vastab üks liiter veeldatud gaasi umbes ühe liitri bensiinile.

Gaasilistel kütustel on rida paremusi võrreldes vedelkütustega. Näiteks käivitamine on hõlpsam ka kõige külmematel ilmadel, küttesegu on võimalik täpsemalt reguleerida ökonoomsele kasutamisele, põlemine mootoris toimub jäägita, mille tõttu pole vaja karta mootoriõli riknemist veeldumise tõttu. Gaasilisi kütuseid pole vaja enam gaasistada, vaid ainult õhuga segada õiges vahekorras. Puuduseks on komprimeeritud ja veeldatud gaaside tülikas ladustamine ja tühjade mahutite vahetamine. Kuna gaasilisi kütuseid pole igalt poolt saada, on jõuvankri kasutamine seotud kohtkindlalt. Selle puuduse kõrvaldamiseks on mõnedes maades asutatud gaasiliste kütuste müügivõrgu organiseerimisele.

Tahked kütused

Tahkete kütuste muutmiseks mootorile kasutamiskõlblikuks gaasiliseks kütuseks asetatakse jõuvankrile gaasigeneraatorseadmeid. Siin kasutatakse peamiselt vähese tõrvasisaldusega puitu, nagu kaske, leppa, haaba jne., kuni 30% okaspuidu või tõrvavaba puidusõe, koksi, turbakoksi ja antratsiidi lisandusega.

KÜTUSTE OMADUSTEST

Kütuste sobivus

Sisepõlemismootorite ja nende töötamiseks vajalikkude kütuste tootmise kooskõlastatud areng on võimaldanud ehitada sisepõlemismootoreid nende praeguses täiuslikkuses. Mootoris kasutatav kütus peab olema sobiv selleks, et saavutada mootorilt täielikku võimsust ja ökonoomsust.

Praegusaja mootorite ehitajate püüd on saavutada sama mahuga mootorilt võimalikult suurt võimsust. Seda saavutatakse ühelt poolt mootori ehitusliku kujuga, kus tähtsamateks teguriteks on silindri põlemisruumi otstarbekas kuju — soojuskadude vähendamiseks, süüteküünla sobiva asukohaga, selleks et põlemine saaks haarata ühtlaselt kogu põlemisruumi, kohase materjali valikuga silindrite, kolbide ja klappide valmistamiseks, mis reflekteeriksid soojust ega kuumeneks üle, vaid juhiksid hästi soojust, ning korraliku jahutamisega, ja teiselt poolt mootori surveastme tõstmisega. Eriti mõõduandev on viimane, sest surveastme tõstmisega tõuseb keskmine plahvatusrõhk kolvipinnal, andes suuremat võimsust, ning vähenevad heitegaaside soojuskaod, sest surveastme tõstmisega kiireneb küttesegu põlemine silindris, mistõttu langeb temperatuur töötakti lõpul ja sellega ka heitegaaside temperatuur. Tähendab, surveastme tõstmisega saadakse suurem osa sellest soojusest, mida kütuse näol viidi silindrisse, töö näol kätte mootori väntvõllilt, kuna heitegaasidega kaotsiminev soojushulk surveastme tõstmisega väheneb. Seda mootori võimsuse tõstmise viisi on mootorite ehitajad ka kasutanud, tõstes viimase 20 aasta jooksul mootorite surveastme keskmiselt 1 : 4,5 pealt 1 : 6,5 peale.

Kuid just selle omaduse kasutamisele, s. o. surveastme tõstmisele mootori võimsuse suurendamiseks, paneb piiri kütus. Nimelt on kütustel omadus, et nad surveastme tõstmisel põhjustavad töötavas mootoris kloppimist, nn. detonatsiooni. Detonatsiooni all mõistetakse silindris oleva küttesegu põlemist isesüttimisest plahvatusliku kiirusega, mis väljendub tugeva metallilise kloppimisena. Detonatsioon põhjustab mootori võimsuse langust ja mootori laagrite, kolvisõrmede, kolbide, silindrite jne. kiirendatud ja ebamäärast kulumist, mootori ülekuumenemist ja kütuse kulu suurenemist, kuid võib halvemal juhul põhjustada ka mootoriosade purunemist, sest detonatsiooni plahvatusrõhk kolvile ületab mitmekordselt tavalisel kütuse põlemisel silindris tekkiva rõhu. Detonatsioonilist kloppimist seletatakse mitme teooriaga.

Tavalisel põlemisel areneb mootori silindri põlemisruumi kokkusurutud küttesegu põlemine umbes 20—30 m/sek. kiirusega, mis detonatsioonil aga tõuseb 2000—3000 m/sek., tekitades rõhumise laine, mis paiskudes vastu survekambri seina jne. põhjustab mootori silindris metallilist kloppimist. Millest detonat-

sioon on tingitud, pole seni suudetud täiel määral veel selgitada, kuid seda põhjustab silindris viimasena põlev kütuse osa, kuna see ei suuda oma keemiliste omaduste tõttu taluda silindris kütuse esimese osa põlemisel tekkivat kõrget rõhku ja kuumust ning süttib korraga isesüttimise teel plahvatusliku kiirusega.

Kõrgema surveastmega mootorid vajavad ka kloppimis- või survekindlamat kütust. Et oleks võimalik võrrelda üksikuid kütuseid nende survekindluse seisukohalt on kütuse survekindluse mõõduühikuks võetud oktaaniarv.

Vedelkütuste oktaaniarv

Oktaaniarv ütleb, millises protsendilises vahekorras (mahuliselt) on sama survekindel isooktaani ja heptaani segu, kui kõneall oleval kütusel. (Isooktaan ja heptaan on bensiinitaolised vedelikud, isooktaan väga survekindel, heptaan mitte survekindel.) Puhta isooktaani oktaaniarv on võetud 100 ja puhta heptaani oktaaniarv 0.

Kui kütuse oktaaniarv on näiteks 74, siis tähendab see seda, et see kütus hakkab katsemootoris detoneerima sama rõhu juures, kui isooktaani ja heptaani segu, milles on isooktaani 74% ja heptaani 26%.

Võrdlusnäitena olgu toodud mõnede kütuste oktaaniarvud

heptaan	— 0
isooktaan	— 100
petrooleum	— 40—50
bensiin	— 50—90
puugaas	— 105
bensool	— 108
võidusõidubensiin	— 120
piiritus	— 200

Oktaaniarv on mõõduühikuks vaid kergesti aurustuvaile kütustele.

Kütuse oktaaniarv määratakse katsemootoris, mis on ehitatud selliselt, et selle surveruumi suurust on võimalik mootori töötamisel muuta. Katsemootor pannakse tööle proovitava kütusega ja vähendatakse mootori surveruumi sedavõrd, et mootoris tekib detonatsioon. Nüüd pannakse mootor seisma surveruumi suurust muutmata, puhastatakse see proovitavast kütusest ja asendatakse katsetatav kütus isooktaani ja heptaani seguga, millist vahetatakse seni, kuni leitakse selline isooktaani ja heptaani segu vahekord, mille juures ilmneb sama detonatsiooni nähtus. Kui selles segus on näiteks 74% isooktaani, siis on katsetatava kütuse oktaaniarv 74.

Loomulikult, kui ostetakse kütust vähesel määral, siis pole võimalik selle oktaaniarvu määrata ja tuleb leppida andmetega, mida saab kütustega varustajalt ettevõttelt, kuid suuremate kütuste hulkade vastuvõtul näiteks sõjaväele, lennuväele jne. on see väga oluline ja tavaliselt nähakse nõutav oktaaniarv ette sõlmitavates ostulepingutes.

Orienteerimisandmetena võib arvestada:

Mootor-petrooleum	— oktaaniarv	35—54
Veoauto bensiin	„	58
Tavaline „	„	70
Hea „	„	74
Lennuki „	„	80—87

Oktaaniarv pole sugugi mitte tegur, mis väljendab kütuse headust, vaid selle kaudu saab otsustada kütuse sobivust ühele või teisele mootorile. Et otsustada kütuse headuse üle, õpime edaspidi tundma mitmeid selle omadusi.

Varematel aegadel, kui kütuste oktaaniarv oli tundmatu, leidus kütuseid igasuguse oktaaniarvuga, nagu seda kuskil tehases toodeti. Siis töötas mootor ökonoomselt vaid sel juhul, kui juhuslikult sattus temale sobiva oktaaniarvuga kütus. Nüüd standarditakse kütuste oktaaniarvud, samuti ka mootorite surveastmed, et neid töötamisel kooskõlastada kütuse ökonoomsemaks kasutamiseks.

Praegu kasutatava hea automootorite bensiini oktaaniarv on 74, mis on osutunud praktiliseks keskteeks automootorite ehitamises, sest see võimaldab mootorite surveastet tõsta 1 : 6,0 või vähe enamgi, mis annab küllaltki ökonoomse mootori, kuid teisest küljest võimaldab kasutada samas mootoris ka väiksema oktaaniarvuga bensiini. Saaks ju ehitada automootorid veelgi kõrgema surveastmega ja vastavalt sellele võtta kasutamisele suurema oktaaniarvuga kütust, kuid suurema oktaaniarvuga kütuse tootmine läheb kallimaks ja toodetava bensiini hulk väheneb.

Et sellest üle saada ja võimaldada siiski kõrgema surveastmega mootorites kasutada odavamat, madalama oktaaniarvuga bensiini, lisandatakse bensiinile mitmesuguseid antidetonaatoreid tema

kloppimiskindluse tõstmiseks. Näiteks 10—50% piiritust või bensooli, 1—10% dimetüülaniliini, aniliini, toluidiini jne., või 0—1,0% etüülvedelikku. Etüülvedelikku kasutatakse lisandina bensiinile selle kloppimiskindluse tõstmiseks kõige enam, sest selle mõju on palju suurem kui piiritusel või bensoolil, mistõttu teda tuleb vaid vähesel määral juurde lisada, kuid ta on väga mürgine (sisaldab 60% tetraetüültina), mis nõuab ettevaatust sellega segatud bensiini kasutamisel. Tunnusena, et bensiin on segatud etüülvedelikuga, s. o. tetraetüültinaga, värvitakse see kas roosakaks või rohekaks.

Bensiini tootvais tehastes on võimalik ka kunstlikult saada bensiini, mille oktaaniarv on üle 100, võttes bensiinist välja need keemilised ühendid, mis vähendavad oktaaniarvu, kuid seda tehakse kalliduse tõttu vaid vähesel määral eriotstarbelistel rekordlennukitel ja võidusõidu spetsiaalautodel kasutamiseks.

Nagu kütusel, nii on ka mootoril enesel oktaaniarv. Mootori oktaaniarv määratakse samuti katseliselt, käivitades teda tuntud vahekorras isooktaani ja heptaani seguga. Samatüübilised või ühesugused mootorid pole mitte alati sama kloppimiskindlad, vaid see võib olla muutuv näiteks eelsüüte muutmisega, nõe tekkimisega, jahutamise intensiivsusega jne. Mitmesilindrilise mootori ühes silindris võib kloppimine alata varem, teises hiljem, sest kõik silindrid pole kunagi ehituslikult täiesti ühesugused, samuti on üksikute silindrite vahel alati väikesi erinevusi süütemomendis, täiteastmes ja küttesegu koostises.

Töötaval mootoril on peamisteks detonatsiooni põhjustajateks:

1 — madala survekindlusega kütuse kasutamine;
2 — mootori ülekuumenemine puudulikust jahutusest;
3 — ülemäärane eelsoojendus;
4 — liiga varane süüde;
5 — mootori ülekoormamine.

Töötavas mootoris tekkiva detonatsiooni kaotamiseks või vähendamiseks tuleb:

1 — vähendada mootori koormust, üle minnes aeglasemale käigule;
2 — tõsta mootori pöördeid, kui koormus jääb samaks;
3 — rikastada küttesegu õhuklapi osalise sulgemisega;
4 — vähendada eelsüütenurka süütereguleerimisega;
5 — võtta kasutamisele kloppimiskindlamat kütust.

Kõige kasulikum on viimane viis, sest ta ei põhjusta kütuse kulu suurenemist nagu eelmised.

Et jõuda selgusele kloppimiskindluse seisukohast kütuse sobivuses kasutatavale jõuvankri mootorile, pannakse jõuvankri mootor tööle proovitava kütusega rasketes töötingimustes, näiteks täiskoormusega sõit mäkke, täiesti avatud gaasiklapiga, mootori langenud pööretel, kusjuures eelsüüde peab olema seatud tehase poolt sellele mootorile määratud eelsüütenurgaga. Kui sellises olukorras detonatsioonkloppimist ei ilmne, on kütus sobiv sellele mootorile. Selline proovimise viis on praktilises elus küllaldane.

Oktaaniarv üksinda pole küllaldane, et otsusele jõuda kütuse kasutamisele võtmise otstarbekusest ja headusest, vaid selleks peame tundma ka teisi kütuse omadusi, milledest peamised on:

1 — tunnusarv;
2 — kütteväärtus;
3 — leekpunkt, süttimistemperatuur ja isesüttimise temperatuur;
4 — erikaal;
5 — puhtus;
6 — lõhn ja värvus.

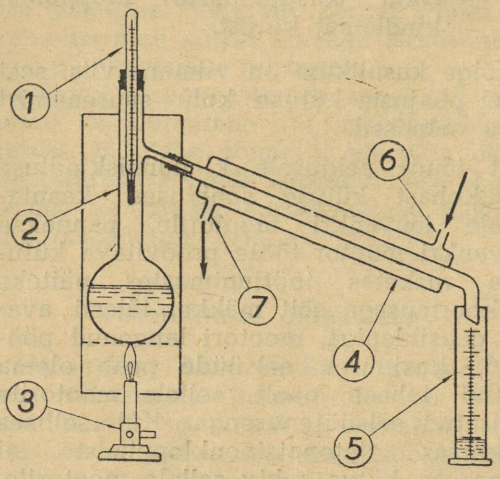
Asume nende omaduste lähemale vaatlemisele.

Vedelkütuse tunnusarv

Oktaaniarvu kõrval on kütuse tunnusarv tähtsamaks teguriks kütuse sobivuse üle otsustamisel. Eriti oluline on see kergesti auruvate kütuste, peamiselt bensiini kohta, sest see annab meile pildi bensiini omadustest mootori käivitamisel, mootori kiirel täisvõimsuse saavutamisel ja mootoriõli veeldumise võimalusest mootori töötamisel.

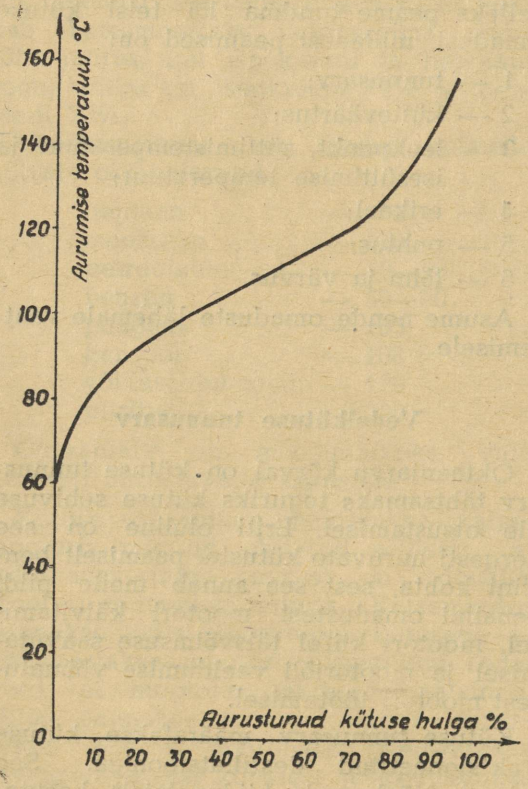
Kütuse tunnusarv määratakse kütuse fraktsioneeritud destillatsiooniga. See toimub Nõukogude Liidus laialt kasutataval Engleri menetlusel. Selleks võe-

takse klaaskolbi 100 sm^3 kütust ja soojendatakse seda. Tekkinud kütuse aurud juhitakse klaastoru kaudu läbi jahutaja, kus need kondenseeruvad ja langevad tilkadena mõõduklaasi (joon. 292). Mitmesuguste temperatuuride juures aurustunud ja kondenseerunud kütuse hulk kantakse protsentides diagrammi, kusjuures saadakse nn. kütuse aurustumise kõverik. (joon. 293). Selle kõveriku kuju on väga oluline, sest ta peegeldab kütust aurustumise seisukohast. Mootori hõlpsamaks käivitamiseks peab kasutatava kütuse aurustumise kõveriku algosa olema võimalikult madal, sest siis toimub kütuse algaurustumine madalate temperatuuride juures, mis ongi oluline käivitamisel. Kuid kõverik ei tohi olla ka mitte liiga madal, sest siis aurustuks kütus juba karburaatori ujuki ruumis, tekitades seal kütuse auru mullikesi, mis lahjendab küttesegu, takistades mootoril arendamast täisvõimsust.



Joon. 292. Seade fraktsioneeritud destillatsiooni teostamiseks laboratoorselt.

1 — kraadiklaas, 2 — klaaskolb kütusega, 3 — gaasileeklamp, 4 — jahutusnõu, 5 — grammiklaas, 6 — jahutusvee sissevooluava, 7 — jahutusvee väljavooluava.



Joon. 293. Bensiini aurumise kõverik.

Mootori kiireks ülemineku täisvõimsusele on oluline aurustumise kõveriku keskosa. Et näiteks bensiinimootor saaks takistamatult gaasiklapi avanemisel üle minna täisvõimsusele, peab 100°C juures olema aurustunud vähemalt 60% kütusest.

Kõveriku ülemine osa iseloomustab kütust õli veeldumise võimaluse seisukohast mootori töötamisel. Kuna mootoriõli kaotab kütusega veeldumisel oma määrdeomadusi, ohustab see mootorit, põhjustades laagrite sulamist ja hõõrduvate osade ebanormaalset kulumist.

Mootori normaalsel töötamisel ei teki õli veeldumist, kui kontrollitava bensiini soojendamisel kuni 150°C on aurustunud kuni 90%, sest siis ei kondenseeru bensiin mootoris silindriseintele ning ei satu sealt mootori karteris olevasse mootoriõlisse.

Kuna aurustumise kõverikkude järgi on tülikas ja aegaviitev kütuse aurustumise käigu üle otsustada, liidetakse kütuse aurustumise temperatuurid kraadides 5, 15, 25, ..., 85, 95% kütuse aurustumisel ja jagatakse see kümnega, saadav arv ongi kütuse tunnusarv. Näiteks on autobensiini tunnusarv 100—130.

Tegelikus elus kasutatakse tunnusarvu peamiselt bensiini kohta, muude kütuste kohta rohkem nn. 10%, 50% ja 90% aurustumisele vastavat temperatuuri, sest esimene on oluline mootori käivitamise, teine mootori kiire aktselereerimise ja kolmas jäägita põlemise seisukohast. Näiteks seatakse vastavad nõuded üles suurematę kütusehulkade ostulepingutes:

autobensiini kohta

10% — 60°C
50% — 100°C
90% — 160°C. Kogu katsutav kütuse hulk peab olema aurustunud mitte üle 200° C juures;

aviobensiini kohta

10% — 75°C
50% — 100°C
90% — 135°C. Kogu katsutav kütuse hulk peab olema aurustunud mitte üle 180°C juures.

Kütuse kütteväärtus

Kütuse põlemisel mootoris muundub kütuses keemilisel kujul sisalduv energia soojuseks ja viimane omakorda mehaaniliseks tööks.

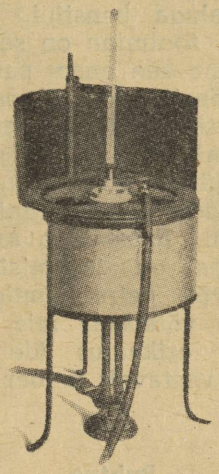
Et oleks võimalik võrrelda ühte kütust teisega nende energiasisalduse seisukohast, on selle võrdluse aluseks võetud kütteväärtus. Kütuse kütteväärtuseks nimetatakse 1 kg kütuse põlemisel eralduvat soojushulka kilokalorites (üks kilokalor on soojushulk, mis kulub ühe liitri vee temperatuuri tõstmiseks 1°C võrra). Näiteks on bensiini kütteväärtus 10400 kcal/kg, piiritusel 7000 kcal/kg, gaasõlil 10 000 kcal/kg jne.

Kütuse kütteväärtus määratakse nn. kalorimeetris või kalorimeetrilises pommis. Selles põletatakse ära täpselt mõõdetud kütuse annus ja saadava soojushulgaga soojendatakse tuntud veehulka. Vee temperatuuri tõusu järgi arvutatakse kütteväärtus. Tegelikult aga ei võimalda kütuse kütteväärtus kuigi head võrdlust mootori võimsuse arendamise seisukohast, sest siin pole nii oluline kütuse kütteväärtus, vaid küttesegu kütteväärtus. Näiteks on bensiini ja piirituse küttesegu kütteväärtus peaaegu võrdne, umbes 900 kcal/m³ kohta, kuigi nende kui kütuste kütteväärtus on tunduvalt erinev (10400 ja 7000 kcal). See on tingitud sellest, et piiritus vajab põlemiseks palju väiksemat õhuhulka.

Leekpunkt, süttimistemperatuur ja isesüttimistemperatuur

Leekpunkt on temperatuur, mille juures kütuse aurud süttivad, puutudes kokku lahtise leegiga.

Leekpunkt omab tähtsust vaid kahjutule vältimise seisukohast. Näiteks on bensiini leekpunkt — 22°C, piiritusel +12° C, petrooleumil 21 kuni 60° C, gaasiõlil 50—80° C, mootoriõlil 150—300° C. See määratakse nn. Markussoni või Martens-Penski aparaadis. Siin soojendatakse väikeses tiiglis proovitavat kütust ja viiakse selle lähedusse väike lahtine tuluke. Temperatuuri, mille juures esmakordselt tekkis kohe kustuv leek, nimetatakse leekpunktiks. Temperatuuri, mille juures tiigli peal leegi põlemine jääb kestvaks, nimetatakse süttimistemperatuuriks. Süttimistemperatuur on alati kõrgem kui leekpunkt. Kütuse süttimistemperatuur kõigub teatud intervallis olenevalt põlemistingimustest.



Joon. 294. Aparaat leekpunkti määramiseks.

Kütuse isesüttimistemperatuur on temperatuur, mille juures kütus süttib, ilma et see puutuks kokku lahtise leegiga. See määratakse lastes kütust tilkuda tiiglisse, mida kuumutatakse ja mille temperatuur on mõõdetav, kuni tiiglisse langev kütuse tilgake kuumast tiiglist iseenesest süttib. Isesüttimistemperatuur on sõltuv rõhust ja langeb rõhu tõusuga.

Näiteks on bensiini isesüttimistemperatuur 520°C, piiritusel 450°C, gaasiõlil 340° C, mootoriõlil 400° C jne.

Kütuse isesüttimisega on meil tegemist näiteks mootoris, kui mootor töötab peale süüte väljalülimist edasi.

Erikaal

Kütuse erikaaluks nimetatakse ühe liitri kütuse kaalu 20° C juures. See on sõltuv temperatuurist. Iga 1° C kohta

tuleb kõrgema temperatuuri juures 0,00085-kordne kogus juurde arvutada, madalama temperatuuri juures lahutada.

Endistel aegadel oli kütuse erikaal selle headuse mõõdupuuks. Oldi arvamisel, et väiksema erikaaluga bensiin on mootori käivitamisel ja töötamisel parem, sest suurema erikaaluga bensiin lähenes oma omaduste poolest petrooleumile ning oli väiksema kloppimiskindlusega, takistades mootori töötamist. Bensiini erikaaluga 0,68 loeti heaks bensiiniks. See pidas ka osaliselt paika, kuid ainult seni, kuni toodeti bensiini fraktsioneeritud destilleerimisel, sest siis destilleerusid esmajoones kergemini aurustuvad bensiiniaurud, andes väiksema erikaaluga bensiini. Kuid nüüd, kus bensiini tootmine on seatud teisele alusele, ei pea see enam paika. Praegu toodetava bensiini erikaal on 0,64—0,77, mõõdetakse tavaliselt areomeetriga, ligroiini erikaal 0,80—0,81, petrooleumil 0,83—0,84. Kütuse erikaal on oluline, kui tahetakse teada näiteks tuntud bensiinikoguse kaalu. Erikaaluga saab kindlaks määrata, kas on tegemist bensiiniga, ligroiiniga või petrooleumiga. Bensiini kasutamisele võtmisel, mis erineb seni kasutatavast erikaalus üle 0,04, tuleb karburaator vastavalt ümber reguleerida.

Puhtus

Kasutatav kütus peab olema puhas mehaanilistest lisanditest, nagu liivast, prügist, tolmust ja muudest, mis põhjustavad enneaegset mootori kulumist ja takistusi kütuse juurdeandmise seadmes.

Vee olemasolu kütuses põhjustab ebakorrapärast mootori töötamist, plahvatuste vahelejäämist silindrites ning takistusi käivitamisel. Talvel tekitab kütuses olev vesi jäätumist toitetorustikus, takistades kütuse juurdevoolu.

Mehaaniliste lisandite olemasolu määratakse kütuse filtreerimisega või läbi sõela kurnamisega. Rohkemal olemasolul kütuses näeb neid palja silmaga, valades kütust puhtasse klaasnõusse.

Kütus peab olema vaba väävliühenditest, sest väävliühendite põlemisel tekib kondenseerunud veeaurudega kokkupuutel väävlishape, mis mõjutab sööbivalt mootori metallosi.

Kütus ei tohi sisaldada tõrvastuvaid või pigistuvaid aineid, sest tõrv või pigi, sadestudes sisselaskeklappidel ja silindrites, takistab mootori korrapärast töötamist. Sadestunud tõrvainetele lisandub põlemisel tekkiv tahm, mis nõestab silindri sisemuse, klapid, küünlad jne., mootori võimsus langeb, millele omalt poolt aitab kaasa tõrvainete sadestumine karburaatori pihustitesse, mis vähendavad pihustite avasid. Umbkaudset tõrvainete olemasolu kütuses saab määrata 1 sm^3 kütuse põletamisega kellaklaasil. Veel kasutamiskõlbliku bensiini põlemisel ei tohi klaasile jääda üle 7—10 mm läbimõõduga tõrvainete laiku.

Kasutatav kütus peab olema vaba hapetest ja leelistest. Seda saab kindlaks määrata lakmuspaberiga. Hapete olemasolul värvub sinine lakmuspaber punaseks. Leeliste olemasolul värvub punane lakmuspaber siniseks. Kui lakmuspaber värvust ei muuda, on kütus vaba hapetest ja leelistest. Happed ja leelised mõjutavad sööbivalt mootoriosi ja toiteseadet.

Lõhn ja värvus

Kütuse terav lõhn on tingitud kütuses leiduvate väävliühendite ja mõningate sidumata süsivesinike olemasolust. Rafineerimisega püütakse neid kütusest kõrvaldada, mille tõttu väheneb lõhna teravus. Seega võib tekkida eelarvamus, et terava lõhnaga kütus on puudulikult puhastatud. Kuid tegelikult pole kütuse lõhn mingisuguseks mõõdupuuks kütuse headuse üle otsustamisel. Ka hea kütus võib omada mõnikord ebameeldivat lõhna; pealegi on lõhna ebameeldivus väga individuaalne.

Kütuse nuusutamiseks tilgutatakse seda paar tilka peopesale, hõõrutakse näpuga, mille juures kergemini aurustuv kütuse osa aurub, ja nuusutatakse peopesasse jäävat.

Tuleb vahet teha kütuse lõhna ja kütuse põlemisel mootoris tekkivate heitegaaside lõhna vahel. Viimane pole samuti mingiks mõõdupuuks kütuse headuse üle otsustamisel (välja arvatud juhud, kus kütus sisaldab väävlit, mis puhul on heitegaasides teravalt tunda väävli põlemise lõhna), sest see on suuresti sõltuv põlemise täiuslikkusest, õhu

ülemmäärast, kasutatavast mootoriõlist jne.

Ka kütuse värvuse järgi ei saa otsustada selle headuse üle, kuigi nõutakse, et kütus oleks selge ja läbipaistev. Kuid ka selge ja läbipaistev kütus võib sisaldada keemiliselt seotud kujul aineid, mis põhjustavad mootoris korratusi.

Vastavus normidele

Nõukogude Liidus toodetava autobensiini füüsikalis-keemilised omadused on standarditud. Alljärgnevalt olgu toodud normaalse surveastmega automootorite bensiini omaduste standardi andmed ja kõrgendatud surveastmega automootorite bensiini omaduste standardi andmed.

Jrk. nr.	Füüsikalis-keemilised omadused	Normaalse surveastmega automootorite bensiin (ГОСТ 2084—46 25/I—1946)	Kõrgendatud surveastmega automootorite bensiin (ГОСТ 2069—46 9/IV1946)
1	Oktaaniarv	45—55	70
2	Aurustumise algus	—	35° C
3	10% aurustub temperatuuril	85° C	88° C
4	50% „ „	150° C	118° C
5	90% „ „	210° C	150° C
6	97% „ „	—	175° C
7	Aurustumise lõpp	225° C	—
8	Jääk kolvis mitte üle	1,5%	1,5%
9	Jääk ja kaod mitte üle	3,0%	3,0%
10	Tõrvainete sisaldus 100 ml mitte üle	10 mg	6 mg
11	Väävli sisaldus mitte üle	0,15%	0,05%
12	Võõrainete ja vee sisaldus	Puhas	Puhas
13	Hapete ja leeliste sisaldus	Puhas	Puhas

V. KARBURAATORID JA TOITESEADELDIS

KARBURAATORI TÖÖTAMISE PÕHIMÕTE

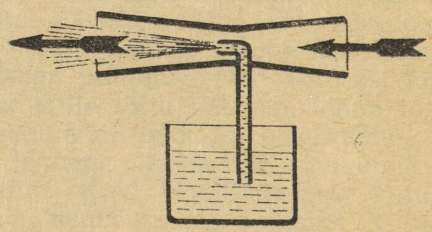
Elementaarkarburaator

Mootori töötamiseks vajaliku kütusehulga ettevalmistamiseks ja mootorisse juhtimiseks kujul, et mootori silindrites saaks toimuda kütuse täiuslik põlemine, kasutatakse seadet, mida nimetatakse karburaatoriks. Kuna bensiinimootoritesse juhitakse kütust juba põlemiseks vajaliku õhuhulgaga segatuna, nn. küttesegu, siis on karburaatori ülesanne valmistada küttesegu.

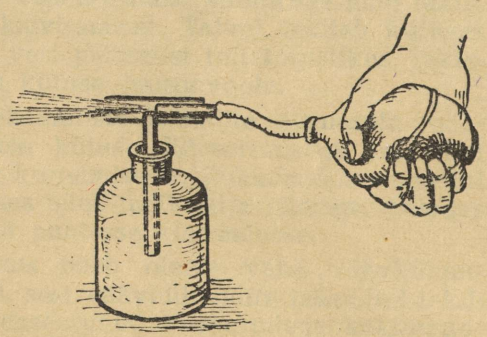
Automootoritel kasutatavaid karburaatorite tüüpe on ehitatud väga mitmesuguseid ja nende kõikide kirjeldamine oleks kui mitte võimatu, siis vähemalt asjatu. Seepärast on järgnevalt toodud vaid need olulised põhimõtted, mis seatakse üles ja millele peavad vastama nüüdisaja karburaatorid nii ehituselt kui ka töötamispõhimõttelt. Neid põhimõtteid teades on võimalik hõlpsasti jõuda selgusele ükskõik millisel jõuvankril asuva iga üksiku karburaatori tüübi töötamises ja käsitsemises. Ühtlasi on toodud mõned praegusajal enamkasutatavate karburaatorite üksikasjaline kirjeldus.

Kõige lihtsamal kujul moodustab karburaatori meile tuntud pulverisaator, mida kasutatakse habemeajamise juures kõlnivee piserdamiseks (joon. 295). Siin imetakse kummipalli pigistamisel tekkiva õhuvooluse poolt, mis möödub pudelisse ulatuva toru suudmest, vedelik pudelist välja, mis udustub sattudes mööduvasse õhuvoolusesse.

Kuna mootoris põlemiseks oleks selliselt uduna tekkiv kütuse ja õhu segu liiga kütuserikas ja seda oleks liiga vähe, siis juhitakse karburaatori juures kütuseruumist kütus peene toru kaudu otseselt jämedamasse õhutorusse, mida läbib mootori imemisel tekkiv õhuvoolus. Paremaks udustamiseks painutatakse peenike kütusetoru õhutoru suunas (joon. 296).



Joon. 296. Pulverisaator töötab ka selles asendis.

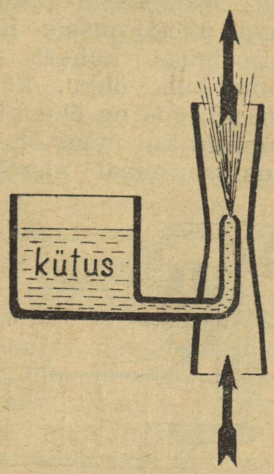


Joon. 295. Pulverisaator — karburaatori töötamise põhimõttena.

Kütusetoru osa, mis ulatub õhutorusse, nimetatakse pihustiks, sest sealt väljudes kütus pihustub kaasakistuna mööduvast õhuvoolusest. Tavaliselt pole karburaatoril õhutoru asetatud horisontaalselt, nagu joonisel 296, vaid vertikaalselt, kuid töötamise põhimõte jääb ikkagi samaks (joon. 297) — õhutorust läbiminev õhuvoolus imeb endaga pihusti kaudu kütuse kaasa ja udustab selle.

Sellisel kõige lihtsamal karburaatoril on see puudus, et kütus valgub pihusti kaudu välja ka siis, kui mootor seisab ja õhuvoolust läbi õhutoru ei ole, kui

kütuse nivoo kütuseruumis ulatub üle pihusti suudme. Pealegi sõltub tekkiv kütuse ja õhu segu koostis kütuseruumis oleva kütuse nivoo kõrgusest.

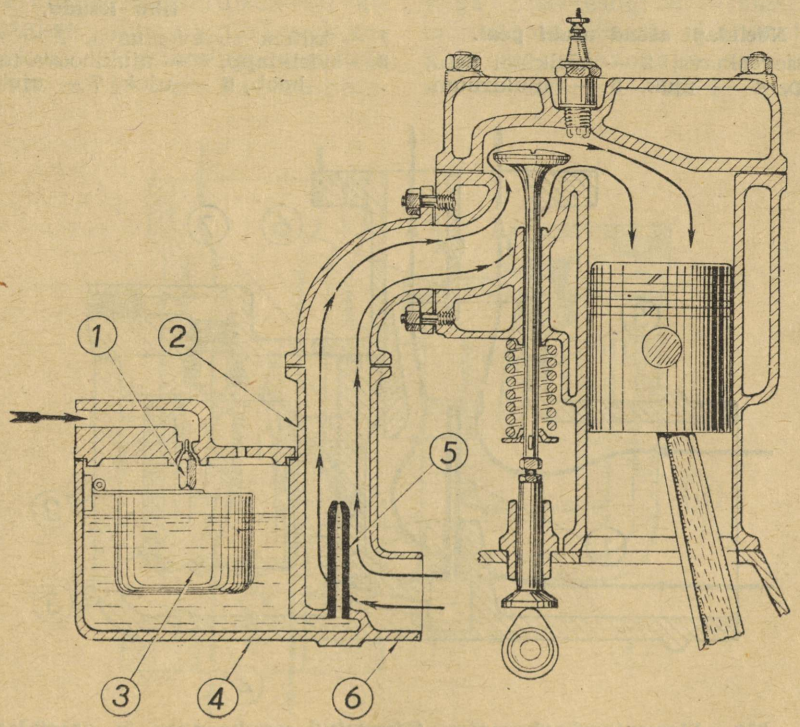


Joon. 297. Pulverisaator ümberasetatult ongi meil kõige elementaarsem karburaator.

On kütuse nivoo kütuseruumis kõrge, valgub see oma raskuse mõjul pihustist välja, andes seda kütuserikkamat segu, mida kõrgemale ulatub kütuse nivoo üle pihusti suudme. Kui kütuse nivoo langeb allapoole pihusti suuet, satub kütus õhutorusse vaid pihustist mööduvast õhuvoolusest kaasakistuna, andes vaid kütusevaest segu.

Nende puuduste vältimiseks varustatakse karburaatorid nn. u j u k i r u u m i g a, ujukiga ja nõelklapiga (joon. 298), mis hoiab kütuse nivoo pihustis pidevalt ühekõrgusel. Ujukiruum on sageli õhutoruga kokku ehitatud. Ujukiruumis asetseb ujuk, mis on valmistatud korgist või tavaliselt kujutab enesest õhukesest vaskplekist valmistatud kinnist karbikest.

Nõelklapp asetseb kas ujuki peal (joon. 299) või on hoovastiku kaudu ühenduses ujukiga (joon. 300). Kui nõelklapp on avatud, pääseb kütus ujukiruumi ja tõstab ujuki. Kui kütuse nivoo ujukiruumis on tõusnud ettenähtud määrani, on ka ujuk tõusnud sedavõrd, et ta suleb nõelklapi, takistades kütuse edasist pääsu ujukiruumi. Samal kõrgusel on ka kütuse nivoo pihustis; tavaliselt on see mittetöötaval mootoril 2—4 mm allpool pihusti suuet, et kütus ei valguks mittetöötaval mootoril pihustist välja.

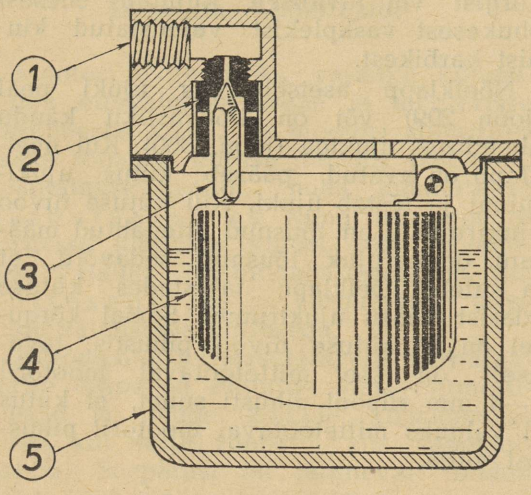


Joon. 298. Elementaarkarburaator.

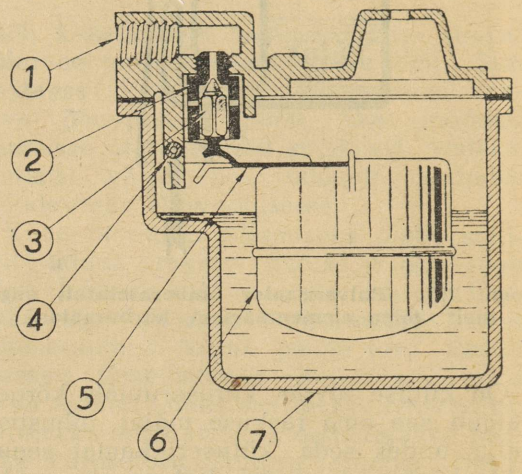
1 — nõelklapp, 2 — segutoru, 3 — ujuk, 4 — ujukiruum, 5 — pihusti, 6 — õhutoru.

Kui mootori töötamisel kütuse nivoo kütuse äratarvitamise tõttu langeb, vajub ka ujuk allapoole, avades nõelklapi ja selle kaudu kütusele juurdepääsu ujukiruumi; kütuse nivoo ujukiruumis tõuseb ja tõstes ujuki suleb nõelklapi. Selliselt hoitakse kütuse nivoo ujukiruumis ja pihustis praktiliselt ühel kõrgusel.

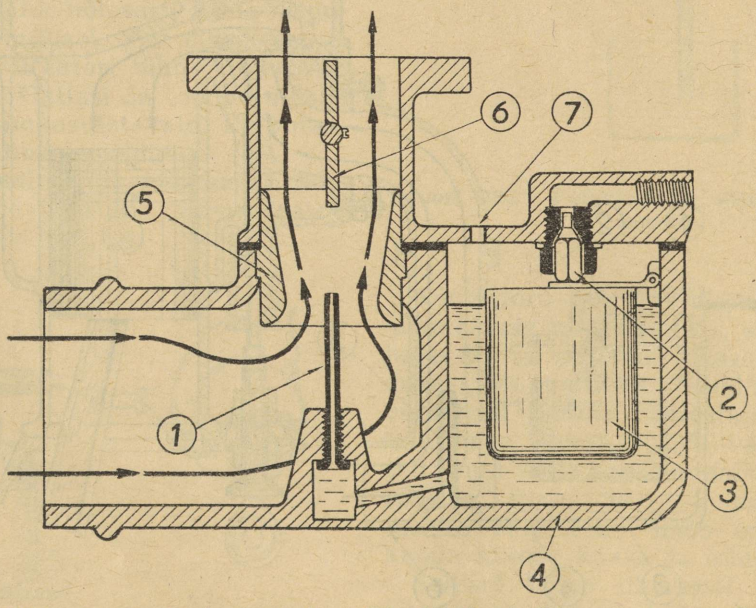
Et tekitada pihustist intensiivsemat kütuse väljavalgumist, ning et väljavalguv kütus paremini pihustuks ja paremini seguneks õhuga, asetatakse karburaatori õhutorusse nn. segukoonus (5) (joon. 301), mis kitsendab selles kohas õhutoru ristlõiget. Segukoonuse kitsaim koht asetatakse pihusti suudmega peaaegu ühekõrgusele. Kuna segukoonuse kitsaimast kohast peab läbi voolama sama hulk õhku, kui õhutoru laiemas kohaski, siis on õhu kiirus segukoonuses suurem kui muus õhutoru osas, tekitades seal suuremat alarõhku. Suu-



Joon. 299. Nõelklapi asend ujuki peal.
1 — kütuse sissevooluava, 2 — nõelklapi pesa, 3 — nõelklapp, 4 — ujuk, 5 — ujukiruum.



Joon. 300. Nõelklapp ühenduses ujukiga hoovastiku kaudu.
1 — kütuse sissevooluava, 2 — nõelklapi pesa, 3 — nõelklapp, 4 — ujukihoova tugi, 5 — ujukihoob, 6 — ujuk, 7 — ujukiruum.



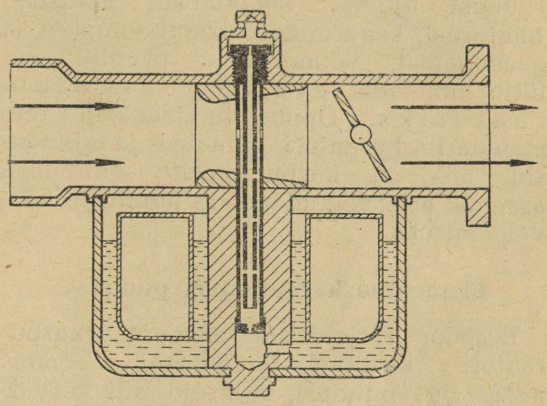
Joon. 301. Elementaarkarburaator täiendatud segukoonuse ja gaasiklapiga.
1 — pihusti, 2 — nõelklapp, 3 — ujuk, 4 — ujukiruum, 5 — segukoonus, 6 — gaasiklapp, 7 — ujukiruumi õhuava.

rema alarõhu tõttu valgub kütus suuremal määral pihustist välja, sest sel puhul pihusti suudmes kütuse pinnale segukoonust läbiva õhu rõhu ja ujukiruumis kütuse pinnale mõjuva õhkkonna rõhu vahe on suurem. Õhkkonnaga on ujukiruum ühendatud väikese ava (7) kaudu (joon. 302).

Mootori võimsuse reguleerimiseks peab karburaator olema varustatud seadmega, mis võimaldab vajadusekohaselt anda kord rohkem, kord vähem karburaatori poolt valmistatavat küttesegu. Selleks varustatakse karburaator nn. gaasiklapiga (joon. 301), mis on hoovastiku või painduva trossi kaudu ühenduses juhiruumis oleva gaasipedaaliga ja käsi-gaasipidemega. Seega on jõuvankrijuhil võimalus istudes juhiruumis omal kohal kas jalavajutamisega või käsigaasihoova nihutamisega seada mootor vajadusekohaselt kas tugevama või nõrgema võimsuse arendamisele, avades gaasiklapi kas rohkem või vähem.

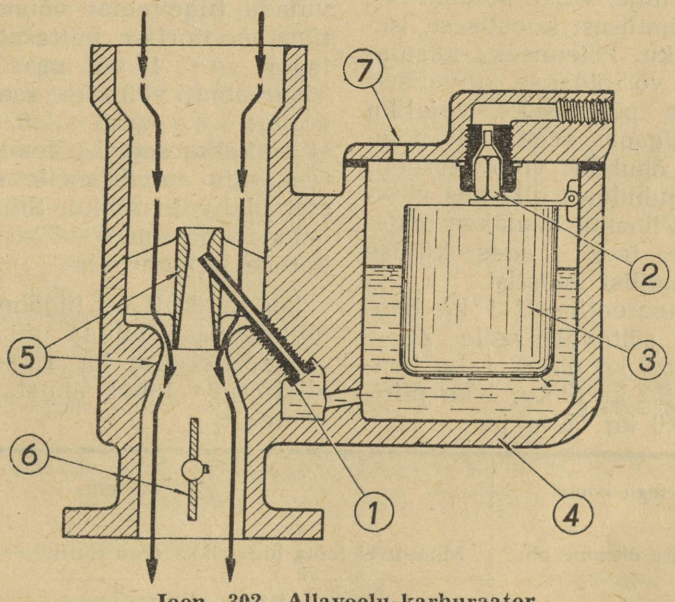
Õhutoru osa pihusti suudmest kuni gaasiklapini, kus toimub kütuse segunemine õhuga, nimetatakse seguruumiks.

Eespool kirjeldatud karburaatorit, kus õhuvoolus karburaatori õhutorus oli alt üles, nimetatakse ülesvoolu-karburaatoriks. Vastandina sellele kasutatakse nn. allavoolu-karburaatoreid, kus õhuvoolus on ülevalt alla (joon. 302). Muus töötamispõhimõttes nad millegagi ülesvoolu-karburaatorist ei erine. Kuna allavoolu-karburaatoril on võrreldes ülesvoolu-karburaatoriga hulk paremusi, on selle kasutamine rohkem levinud. Harvem kasutatakse horisontaalvoolu - karburaatorit (joon. 302-a).



Joon. 302-a. Horisontaalvoolu-karburaator.

Kuna jõuvankri mootoreid ehitatakse väga mitmesuguse võimsusega, alates mõnehobujõulisest väikeauto mootorist kuni üle sajahobujõuliste raskeveoautomootoriteni, siis tuleb vastavalt sellele



Joon. 302. Allavoolu-karburaator.

1 — pihusti, 2 — nõelklapp, 3 — ujuk, 4 — ujukiruum, 5 — segukoonus, 6 — gaasiklapp, 7 — ujukiruumi õhuava.

ehitada ka mitme suurusega karburaatoreid. Igale mootoritüübile tuleb sobitada selle võimsusele ja töötamistingimustele vastav karburaatoritüüp, et see oleks võimeline valmistama ja andma küttesegu sellisel hulgal ja määral, nagu mootor seda oma täisvõimsuse arendamiseks vajab.

Eespool kirjeldatud karburaatorit kõige lihtsamal kujul, mis koosneb ujukiruumist, ujukist, nõelklapist, pihustist, õhutorust, seguruumist, segukoonusest ja gaasiklapist, võime oma primitiivsuse tõttu nimetada elementaarkarburaatoriks. Õpime tundma selle elementaarkarburaatori puudusi ja abinõusid, mis on karburaatorite ehitamise arengus ette võetud nende puuduste kõrvaldamiseks.

Elementaarkarburaatori puudusi

Eespool kirjeldatud elementaarkarburaatori kasutamiselevõtmisel ilmnes peagi rida puudusi, milliseid tuli kõrvaldada, et saavutada mootorilt täisvõimsust, kiiret aktselereerimist (kiiret kiiruse juurdevõtmist), tõrgetevaba käivitamist ja võimalikku ülekoormamist. Ja siin lasub peaülesanne just karburaatoril.

Me teame, et kõik kütused vajavad põlemiseks õhku, sest keemiliselt on põlemine aine ühinemine õhu hapnikuga, mille juures eraldub soojust. Iga kütus, nagu ka iga teine aine, vajab põlemiseks, sõltuvalt tema keemilisest koostisest, isesugusel hulgal õhku. Põlemiseks kasutatavat õhuhulka võrreldakse tavaliselt sama kütusehulga põlemiseks vajaliku teoreetilise õhuhulgaga. Tegelikult põlemiseks kasutatav õhuhulk võib teoreetiliselt vajalikust õhuhulgast olla kas väiksem või suurem. Viimane saadakse matemaatilise arvutuse teel, teades kütuse elementaarset keemilist koostist.

Näiteks kulub teoreetiliselt 1 kg bensiini põlemiseks, sõltuvalt selle koostisest, 14,7 kuni 15,0 kg õhku, 1 kg bensooli põlemiseks 13,2 kg õhku, 1 kg piirituse põlemiseks 9,0 kg õhku jne.

Suhet tegelikult ja teoreetiliselt ühe kilogrammi aine põlemiseks kuluva õhuhulga vahel nimetatakse liigõhuteguriks, ja tähistatakse tähega α (loe alfa — kreeka keel).

$$\alpha = \frac{\text{tegelikult 1 kg aine põlemiseks tarbitud õhuhulk}}{\text{teoreetiliselt 1 kg aine põlemiseks vajalik õhuhulk}}$$

Näiteks kui töötava mootori liigõhutegur on 1,1, siis kulub 1 kg bensiinist küttesegu valmistamiseks $15{,}0 \times 1{,}1 = 16{,}5$ kg õhku, või teades näiteks, et küttesegu sisaldab 1 kg bensiini kohta 12,0 kg õhku, on liigõhutegur $\alpha = 12{,}0 : 15{,}0 = 0{,}8$. Ideaalne oleks, kui tegelik põlemine mootoris toimuks teoreetiliselt vajaliku õhuhulgaga, s. o. $\alpha = 1{,}0$. Meie tegelikult ei saavuta karburaatoris kunagi niivõrd ideaalset kütuse udustamist ja segunemist õhuga, et kõik kütus ära põleks (ühineks õhus oleva hapnikuga) täpselt teoreetiliselt selle põlemiseks vajaliku õhuhulgaga, vaid põledes teoreetiliselt vajaliku õhuhulgaga jääb osa kütust põlemata. Ka on põlemisprotsess pöörduv keemiline reaktsioon, mis teoreetiliste kütuse ja hapniku koguste juures ei toimu lõpuni. Et saavutada mootoris ökonoomset kütuse kasutamist, kus kõik kütus korralikult ära põleks, peame juhtima mootorisse küttesegu, mille liigõhutegur $\alpha > 1$. Sellist küttesegu nimetatakse lahjaks seguks. Teisest küljest, kui tahame mootorilt saavutada tugevamat võimsust, peame juhtima mootorisse küttesegu, mille liigõhutegur $\alpha < 1$, või nn. rikast segu. Tugevamat võimsust saavutame rikkama seguga ($\alpha = 0{,}8 \ldots 0{,}9$) selle tõttu, et rikkama segu põlemiskiirus on suurem, mis annab meile silindris tugevamat plahvatusrõhku. Siin saavutatakse nii öelda tugevamat võimsust suurendatud kütuse kulu arvel.

Loomulikult on liigõhuteguril oma piir, milleni saab minna nii küttesegu lahjendamisel kui ka rikastamisel, millest alljärgnev tabel annab üldjoontes ülevaate.

Liigõhutegur	Küttesegu koostis	Tulemus
0,4	Töötamise ülemine piir	Mootor ei tööta liiga rikka segu tõttu.
0,4—0,7	Ülerikastatud segu	Mootor töötab langenud võimsusega ja suure kütuse kuluga. Väljalasketorust tuleb musta suitsu, paugud summutis, süüteküünlad tahmuvad.

Liigõhutegur	Küttesegu koostis	Tulemus
0,8—0,95	Rikas segu	Mootor töötab normaalselt, andes tugevamat võimsust, normaalsest suurema kütuse kulu juures (ca 20%).
1,0	Normaalne segu	Mootor töötab normaalselt, andes natuke vähemat võimsust, vähe suurema kütuse kulu juures (ca 4%).
1,1	Lahjendatud segu	Mootor töötab vähe langenud võimsusega, kuid kõige ökonoomsemalt. Kütuse kulu on väiksem (ca 10%).
1,1—1,3	Ülelahjendatud segu	Mootori võimsus tugevasti langenud. Mootor töötab „vahelejätmisega", karburaator „aevastab", mootor kuumeneb üle.
1,4	Töötamise alumine piir	Mootor lakkab töötamast — liiga lahja segu tõttu.

Eespool toodust selgub, et karburaator peab olema ehitatud selliselt, et ta oleks suuteline valmistama küttesegu, mis vastaks mootori mitmesugustele töötamisolukordadele.

Tavalistes jõuvankri töötamisolukordades peab karburaator olema suuteline andma küttesegu ökonoomseks töötamiseks mootori osalisel koormusel, sest suuremal osal töötamisajast mootor töötab osalisel koormusel. Mootori täisvõimsust kasutatakse vaid eriolukordades, raskel veol, tavaliselt vaid lühemat aega — seepärast võib siin loobuda ökonoomsusest ja anda mootorile rikkamat küttesegu tugevama võimsuse saamiseks.

Kui pöördume tagasi kirjeldatud elementaarkarburaatori juurde, siis näeme, et selle karburaatori juures saab küll gaasiklapi reguleerimisega muuta mootorile antavat küttesegu h u l k a, kuid mitte muuta küttesegu k o o s t i s t, nagu see vajalik. Elementaarkarburaator saab anda sobivas vahekorras küttesegu ainult teatud mootori töötamisolukorras, mis võib vaid vähestes piirides muutuda. Kui mootori töötamisolukord muutub suuremal määral, siis ei sobi enam elementaarkarburaatori poolt valmistatava küttesegu koostis mootori ökonoomseks töötamiseks. See on elementaarkarburaatori peapuudus, mis ilmneb eriti auto töötamisolukordades, kus mootori võimsuse kasutamine kõigub suurtes piirides.

Nimelt selgus elementaarkarburaatori kasutamisel, et gaasiklapi avamisel mootori võimsuse ja pöörete tõstmiseks, ei jää kütuse ja õhu segu vahekord samaks, vaid k ü t t e s e g u r i k a s t u b, sest karburaatori pihusti kaudu valgub, mootori kiirematel pööretel karburaatoris tekkiva suurendatud hõrenduse tõttu, rohkem kütust küttesegusse, kui gaasiklapi avamisel karburaatorist läbiliikuv suurendatud õhuhulk seda vajab küttesegu koostise alalhoiuks. Joonisel 303 on toodud kõver, mis näitab elementaarkarburaatori küttesegu rikastumist mootori suurendatud võimsusel ja pööretel karburaatoris tekkiva suurendatud hõrenduse tõttu.



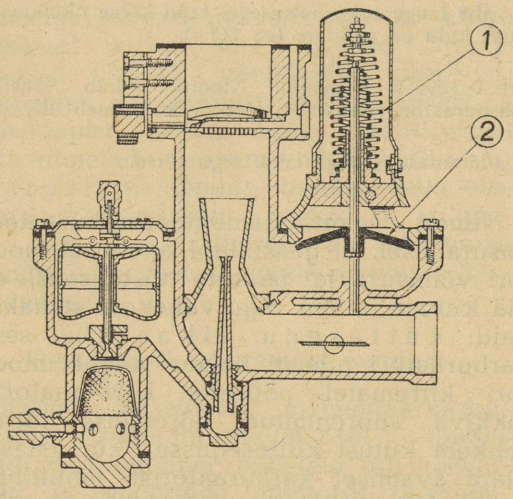
Joon. 303. Küttesegu rikastumine mootori pöörete ja võimsuse tõusul.

ELEMENTAARKARBURAATORI PUUDUSTE KÕRVALDAMISE VIISID

Lisaõhuklapiga karburaator

Ülalkirjeldatud elementaarkarburaatori puudust on püütud mitmeti kõrvaldada. Nii varustati karburaatorite ehitamise arengu algaastatel karburaator eri-, nn. l i s a õ h u k l a p i g a, mis alguses avati käsitsi, sõltuvalt mootori koormusest ja

pööretest, lisaõhu juhtimiseks karburaatori seguruumi, et takistada küttesegu rikastumist. Arusaadav, et selline käsitsi lisaõhuklapi reguleerimine oli tülikas ja ebatäpne küttesegu koostise hoidmiseks. Peagi asendati see lisaõhuklapiga, mis töötas automaatselt, vedru survel (joon. 304). Mootori kiirematel

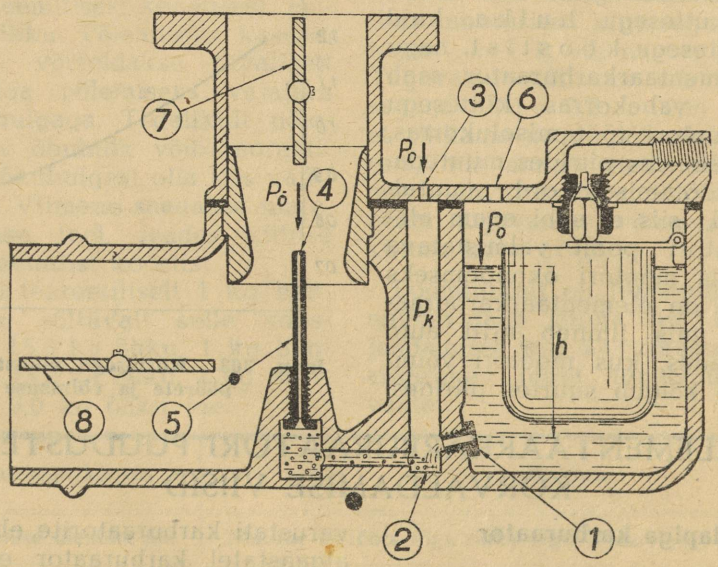


Joon. 304. Lisaõhuklapiga karburaator.
1 — lisaõhuklapi vedru, 2 — lisaõhuklapp.

pööretel karburaatoris tekkiva suurema hõrenduse tõttu suruti välisõhu rõhu mõjul lisaõhuklapi vedru kokku, klapp avanes, võimaldades lisaõhule pääsu karburaatori seguruumi. Vedru pinevuse reguleerimisega sai muuta juurdeantavat lisaõhu hulka, seega vastavalt ka küttesegu koostist. Kuid ka see seade ei andnud täiesti rahuldavaid tulemusi.

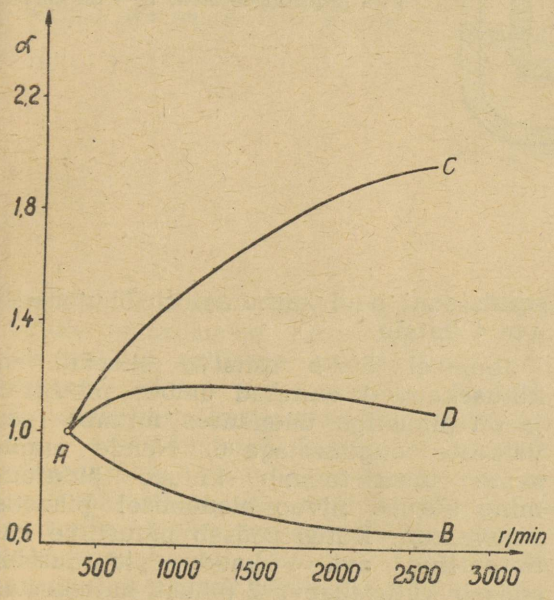
Karburaator kütuse pneumaatilise pidurdamisega

Teise lahenduse elementaarkarburaatori puuduste kõrvaldamiseks saame, kui elementaarkarburaatori täiendame pihusti juurdevoolutoru kalibreeritud avaga 1 (joon. 305), kütuse kaevuga 2, millesse pääseb õhk kalibreeritud ava 3 kaudu, ja pihusti kalibreeritud avaga 4. Sellisel põhimõttel ehitatakse praegugi mitmed karburaatorituubid. Kui mootor ei tööta, on kütuse nivoo karburaatori ujukiruumis, kütuse kaevus ja pihustis ühel ning samal kõrgusel. Kui mootor käivitatakse, töötab esialgu selliselt täiendatud karburaator samuti kui elementaarkarburaator, kuid ainult seni, kuni kogu kütus on kaevust lõppenud. Nüüd ei pääse pihustisse enam puhas kütus, vaid kütuse ja õhu segu emulsioon, sest kütust satub pihustisse sel määral, kui kalibreeritud ava seda võimaldab, millele lisandub õhk kalibreeritud ava 3 kaudu. Pihustisse pääsev kütuse hulk ei sõltu enam karburaatori õhutorus valitsevast hõrendusest, nagu see oli elementaarkarburaatoril, vaid kütuse nivoo kõrgusrõhu *h*



Joon. 305. Kütuse pneumaatilise pidurdamisega karburaator.
1 — kalibreeritud ava nippel, 2 — kütusekaev, 3 — kütusekaevu õhuava, 4 — pihusti kalibreeritud ava, 5 — pihusti, 6 — ujukiruumi õhuava, 7 — gaasiklapp, 8 — õhupiiramisklapp.

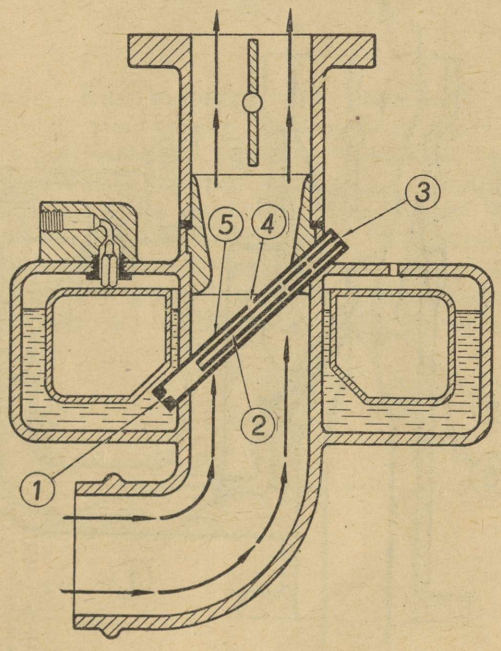
ja välisrõhu ning kütuse kaevus valitseva rõhu vahest $(P_o - P_k)$. Seepärast ei saa siin küttesegu mootori võimsuse ja pöörete tõusul rikastuda, nagu see toimus elementaarkarburaatoris, ja seda oligi vaja saavutada. Igal juhul ei tohi olla arvamusel, et küttesegu rikastumine on siin välditud õhuhulga lisandumisega, mis pääseb kalibreeritud ava 3 kaudu pihustisse, sest see õhuhulk on võrreldes kogu õhuhulgaga, mis valgub läbi karburaatori õhutoru, väga väike ega mõju küttesegu koostisele, vaid siin mõjub peamiselt kütuse pihustisse pääsemise pidurdamine, mis on tingitud kalibreeritud ava 1 suurusest ja kütuse kõrgusrõhu h ning $P_o - P_k$ rõhkude vahest. Seepärast võib neid karburaatoreid nimetada kütuse pneumaatilise pidurdamisega karburaatoriteks.



Joon. 306. Kütuse pneumaatilise pidurdamisega karburaatori küttesegu koostise muutmine sõltuvalt mootori võimsusest ja pööretest.

Omakorda on kütusekaevus valitsev rõhk P_k sõltuv kalibreeritud avade 3 ja 4 suurustest. Mida väiksem on kütusekaevu kalibreeritud ava 3, võrreldes pihusti kalibreeritud avaga 4, seda enam läheneb kütusekaevus valitsev rõhk P_k karburaatori segukoonuses valitsevale õhurõhule $P_õ$. Vastupidisel juhul aga, s. o. mida väiksem on pihusti kalibreeritud ava 4, võrreldes kütusekaevu kalibreeritud avaga 3, seda enam läheneb kütusekaevus olev rõhk P_k välisõhu rõhule P_o. Kui paneksime kütusekaevu ava täiesti kinni, siis saaksime meile tuntud elementaarkarburaatori, mille küttesegu rikastub mootori pöörete ja võimsuse tõstmisel ja see rikastumine toimub mingisuguse kõveriku AB järgi (joon. 306). Kui teeksime karburaatori kütusekaevu kalibreeritud ava 3 suureks, võrreldes pihusti kalibreeritud avaga 4, või jätame kütusekaevu avatuna nii, et rõhk kütusekaevus on praktiliselt sama, kui välisõhu rõhk, siis toimub mootori pöörete ja võimsuse tõstmisel küttesegu vaesestumine, sest kalibreeritud avast 1 ei valgu püsiva kütuse kõrgusrõhu h tõttu võrdeliselt suurenevale õhuhulgale küttesegu koostise alalhoiuks vajalikul määral kütust küttesegusse. Kujutades seda küttesegu vaesestumist graafiliselt saaksime diagrammis joonisel 306 kõvera AC.

Kui täiesti kinnise kütusekaevu kalibreeritud ava tõttu saame mootori pöörete ja võimsuse tõusul rikastuvat segu ja täiesti avatud kütusekaevu puhul

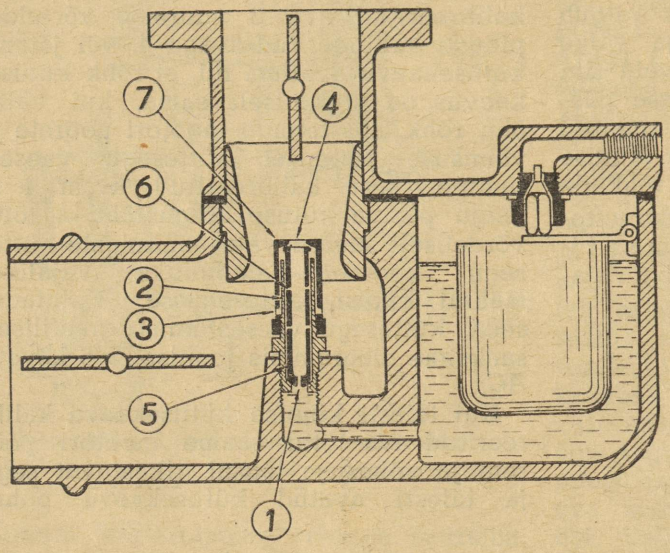


Joon. 307-a. Kütuse pneumaatilise pidurdamisega karburaator.

1 — kalibreeritud kütuseava, 2 — kütusekaev, 3 — kalibreeritud õhuava, 4 — pihusti suue, 5 — pihusti.

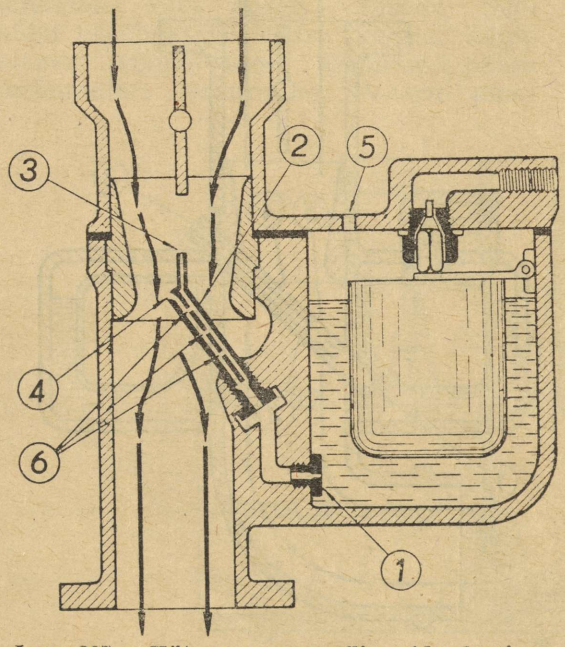
vaesestuvat segu, siis nähtavasti saame mõne vahepealse kütusekaevu kalibreeritud ava suuruse valikuga mingisuguse vahepealse kõveriku *AD*. Seega on võimalik kalibreeritud avade 1, 3 ja 4 suuruste, samuti karburaatori õhutoru segukoonuse läbimõõdu sobival valikul saavutada küttesegu püsivat koostist igasuguses mootori töötamisolukorras — ja seda ongi vaja.

Seda küttesegu koostise püsivuse põhimõtet on kasutanud mitmed karburaatoreid ehitavad tehased, lahendades selle põhimõtte rakendamist konstruktiivselt erinevalt. Näiteks joonisel 307-*a* esitatud skeemil on kütusekaev 2 ehitatud peene toruna pihusti sisse, pidurdusõhk pääseb kütusekaevu kalibreeritud ava 3 kaudu, kütus pääseb pihustisse kalibreeritud ava 1 kaudu ning kütuse ja õhu segu pääseb



Joon. 307-b. Kütuse pneumaatilise pidurdamisega karburaator.

1 — kalibreeritud kütuseava, 2 — kütusekaev, 3 — pidurdusõhuava, 4 — pihusti suue, 5 — pihusti, 6 — pidurdusõhuava, 7 — kattekest.



Joon. 307-c. Kütuse pneumaatilise pidurdamisega allavoolu-karburaator.

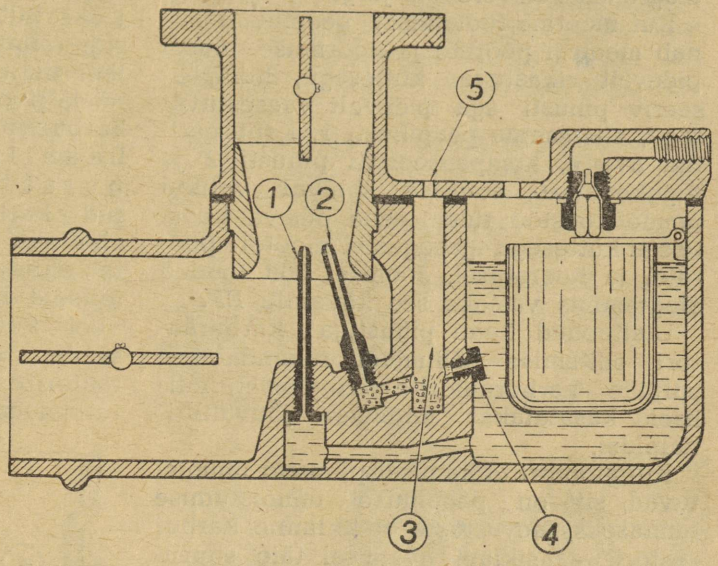
1 — pihusti kalibreeritud ava nippel, 2 — kütusekaev, 3 — kalibreeritud pidurdusõhuava, 4 — pihusti suue, 5 — ujukiruumi õhuava, 6 — pidurdusõhuavad.

emulsiooni näol karburaatori õhutorusse ava 4 kaudu.

Joonisel 307-*b* esitatud skeemil on kütusekaev 2 ehitatud ümber pihusti 5 ja on pihustiga ühenduses mitmes reas väikeste augukestega 6. Nende augukeste tõttu toimub kütuse pidurdumine kütuse nivoo alanemisel pihustis sujuvamalt. Kütus pääseb pihustisse kalibreeritud ava 1 kaudu, pidurdusõhk pääseb kütusekaevu 2 pihusti kattekestas 7 ettenähtud avade 3 kaudu, ja sealt vastavalt kütuse nivoo edasisele langemisele augukeste 6 kaudu pihustisse, andes kalibreeritud ava 1 kaudu pihustisse valguva kütusega emulsiooni, mis väljub segukoonusesse ava 4 kaudu. Võrreldes joonisega 307-*a*, kus kütusekaevu kalibreeritud õhuava ulatub karburaatorist välja, asetseb joonisel 307-*b* kütusekaevu kalibreeritud ava karburaatori õhutorus. Kuna tavaliselt karburaatorisse valguv õhk läbistab õhufiltri, kus see tolmust puhastatakse, ei pääse säärase karburaatori juures tolmune õhk kütuse-

kaevu järelikult ka pihustitesse. Sellega on välditud pihusti ummistumine välisõhus leiduva tolmukübemekeste poolt, mis tekitaks tõrkeid mootori töötamises.

Allavoolu-karburaatori juures (joon. 307-c) asetseb kütusekaevu 2 kalibreeritud pidurdusõhuava 3 karburaatori segukoonuses. Kalibreeritud pidurdusõhuava 3 asukoht on nii siin kui ka eespool kirjeldatud karburaatoritel, samuti kõikide teiste pneumaatilise kütuse pidurdamise karburaatorite juures valitud sellisena, et seal valitseks suurem rõhk kui pihusti suudme 4 asukohas karburaatori segukoonuses, sest vastasel korral ei saakski pidurdusõhk valguda kütusekaevu ja sealt pihustisse. See ongi nende karburaatorite iseäralduseks. Kütus pääseb pihustisse kalibreeritud ava 1 kaudu. Pidurdusõhk pääseb terve rea väikeste augukeste 6 kaudu pihustisse. Pihustis tekkiv kütuse ja õhu segu pääseb emulsioonina välja pihustiavast 4 karburaatori segutorusse. Augukesed 6 võimaldavad sujuvamat kütuse pidurdamist kütuse taseme alanemisel pihustis.

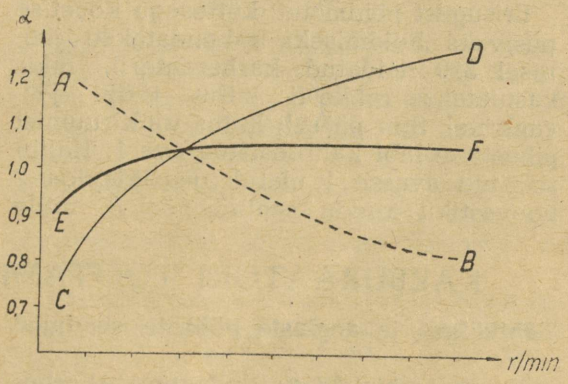


Joon. 308. Kompenseeriva pihustiga karburaator.

1 — peapihusti, 2 — kompenseeriv pihusti, 3 — kütusekaev, 4 — kalibreeritud ava nippel, 5 — õhuava.

Kompenseeriva pihustiga karburaator

Omapärase lahenduse eespool toodud elementaarkarburaatori puuduse kõrvaldamiseks saame, kui täiendame meile tuntud elementaarkarburaatorit veel teise pihustiga (joon. 308), nn. kompenseeriva pihustiga 2 ja kompensatsioon-kaevuga 3, millesse pääseb kütus kalibreeritud ava 4 kaudu ja mis on ühenduses välisõhuga. Mõlemate pihustite koostöö annab meile püsiva koostisega küttesegu mootori mitmesugustel pööretel ja koormusel. Siin töötab eesmine pihusti 1 kui „peapihusti", juurdelisatud pihusti 2 kompenseerib vaid selle tööd. Kui töötaks vaid peapihusti üksinda, siis omaks karburaator elementaarkarburaatori omadusi, tähendab segu rikastumist mootori pöörete ja võimsuse kasvul, mida saaksime diagrammis kujutada kõverana *AB* (joon. 309). Teisest küljest, kui töötaks üksinda vaid kompenseeriv pihusti, siis saaksime mootori pöörete ja võimsuse tõusul küttesegu



Joon. 309. Kompenseeriva pihustiga karburaatori küttesegu koostise muutumine sõltuvalt mootori võimsusest ja pööretest.

vaesestumise, sest kütuse juurdevalgumine kompenseerivasse pihustisse, mis sõltub ainult kütuse nivoo kõrgusest ujukiruumis ja kalibreeritud ava suurusest, aga mitte mootori töötamisel karburaatori segukoonuses tekkivast alarõhust, on püsiv ega suurene võrdeliselt (proportsionaalselt) mootori pöörete tõusul mootorisse imetava suurenevale õhuhulgale. Kütuse vaesestumine toimuks toodud diagrammis kõvera *CD* järgi.

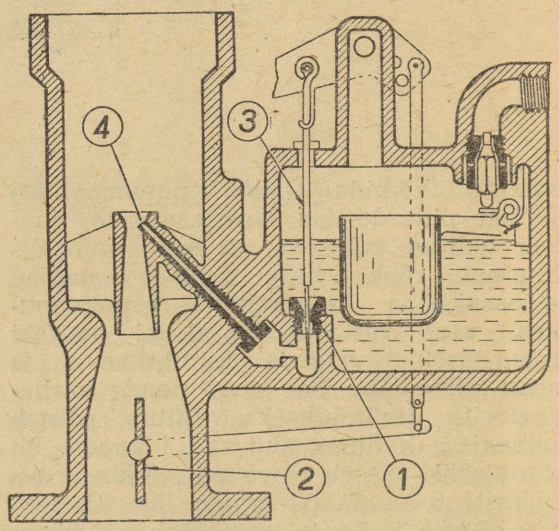
Kui mootori töötamisel peapihusti annab mootori pöörete ja koormuse tõusul pidevalt rikastuvat küttesegu, kompenseeriv pihusti aga pidevalt vaesestuvat segu, siis saame peapihusti 1, kalibreeritud ava 4, kompenseeriva pihusti 2 ja segukoonuse suuruse sobival valikul nende koostöö tulemusena püsiva koostisega küttesegu igasugustel mootori pööretel ja koormusel. Joonisel 309 toodud diagrammis vastaks see kõverale *EF*.

Ülaltoodud kahe pihustiga karburaatori ehitamise põhimõtet rakendatakse paljude karburaatorite ehitamisel, milliseid kasutatakse mitmetel jõuvankritüüpidel.

Kui mootori töötamisel pihustid ummistuvad, siis on peapihusti ummistumise tunnuseks „aevastuste" tekkimine karburaatoris gaasiklapi avamisel täie suuruseni. Kui aga „aevastused" karburaatoris tekivad üleminekul mootori kiiretelt pööretelt aeglastele pööretele, siis on ummistunud kompenseeriv pihusti, sest „aevastused" tekivad karburaatoris küttesegu vaesestumisel.

Kütuse mehaanilise pidurdamisega karburaator

Erisugust põhimõtet küttesegu koostise püsivaks hoidmiseks rakendatakse joonisel 310 näidatud karburaatoril, mida kasutatakse rohkesti mitut tüüpi jõuvankritel. Siin pääseb kütus ujukiruumist pihustisse läbi kalibreeritud ava 1. Kalibreeritud avasse 1 ulatub gaasiklapiga 2 hoovastiku kaudu seotud nõel 3, mille ots on kalibreeritult muutuva läbimõõduga. Kalibreeritud nõel on seotud gaasiklapiga selliselt, et gaasiklapi avamisel nõel tõuseb, avades suurema läbipääsu kütusele läbi kalibreeritud ava 1, mida ongi vaja gaasiklapi avamisel, et tõsta mootori võimsust. Nõela kalibreeritud otsa peenenemine peab aga olema valitud selliselt, et nõela igas asendis (vastavalt ka sellega seotud gaasiklapi asendis, s. o. igasugusel mootori koormusel) jääks küttesegu koostis püsivaks. Kuna siin toimub pihustisse pääseva kütuse läbivoolu pidurdamine kalibreeritud nõela poolt mehaaniliselt, siis võime seda karburaatorit nimetada kütuse mehaanilise pidurdamisega karburaatoriks. Et saavutada kirjeldatud karburaatorilt küttesegu koostise alalhoidu ka muutuvatel mootori pööretel, ehitatakse sellele, täienduseks mehaanilisele kütuse pidurdamisele nõelaga, veel kütuse pneumaatiline pidurdamise seade. Selgitame seda pikemalt karburaatorite konstruktsiooni ja töötamise tundmaõppimisel.



Joon. 310. Kütuse mehaanilise pidurdamisega karburaator.

1 — kalibreeritud ava nippel, 2 — gaasiklapp, 3 — kalibreeritud nõel, 4 — pihusti.

KARBURAATORI TÖÖTAMISE TÄIUSTAMISE SEADMED

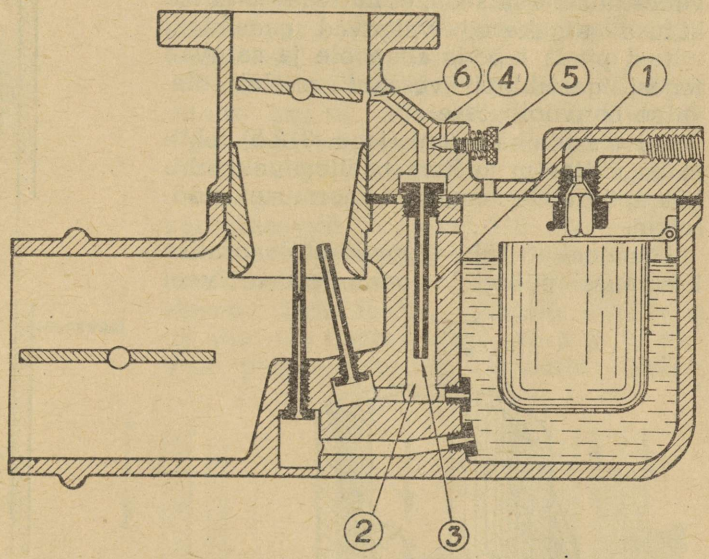
Tühikäigu- ja aeglaste pöörete seadmed

Eespool kirjeldatud elementaarkarburaatori täiendused hoiavad, nagu joonisel 309 toodud diagrammist selgub, küttesegu koostise püsivana mootori töötamisel osalisel koormatusel ja täisvõimsusel, kuid võimaldavad tühikäigupööretel ja aeglastel pööretel sedavõrd vaest küttesegu tekkimist, et mootor lakkab töötа-

mast. Küttesegu liigne vaesestumine on tingitud sellest, et mootori tühikäigupööretel või aeglastel pööretel, kus gaasiklapp on peaaegu suletud, on karburaatori segukoonuses, pihusti suudme kohal, sedavõrd väike hõrendus, et kütust valgub pihustist välja mitteküllaldasel määral korraliku küttesegu moodustamiseks. Selle puuduse kõrvaldamiseks varustatakse nüüdisaja karburaatorid tühikäigu- või aeglaste pöörete pihustiga. Seda tühikäigupihustit ei saa asetada karburaatori segutoru keskele segukoonusesse, kus tavalisel mootori töötamisel on kõige suurem hõrendus, sest tühikäigul seal hõrendust peaaegu ei ole, vaid kohaseks kohaks on osutunud karburaatori segutoru sein gaasiklapi kohal (joon. 311). Nimelt valitseb gaasiklapi kinniolekul mootori pool gaasiklappi võrdlemisi suur hõrendus, mis võib tõusta kuni 0,5 atmosfäärini. Selle tõttu tekib gaasiklapi, mis on sel kohal natuke maha lihvitud, ja segutoru seina vahele jäävas praos tugev õhuvoolus, millesse seguneb tühikäigupihusti 1 kaudu imetav kütus, andes põlemisvõimelise küttesegu. See õhuhulk, mis valgub läbi suletud gaasiklapi pilu, on küllaldane tühikäigu- ja aeglastel mootori pööretel vajaliku küttesegu moodustamiseks, sest mootor vajab tühikäigul vaid $^1/_{10}$ sellest küttesegu hulgast, mida ta vajab täiskoormusel.

Siin on tühikäigupihusti toodud näitena kompenseeriva pihustiga karburaatori juures, kus tühikäigupihusti teine ots ulatub kütusekaevu 2, kust kütus pääseb läbi kalibreeritud ava 3 tühikäigupihustisse. Kalibreeritud ava 3 suurus määrab tühikäigu kütuseannuse. Tühikäigu küttesegu koostist reguleerib läbi ava 4 küttesegu kanalisse juhitav pidurdusõhk. Reguleerimiskruvi 5 abil saab reguleerida pidurdusõhu hulka — seega ka tühikäigu küttesegu koostist — kas rikkamaks või vaesemaks, keerates vastavalt reguleerimiskruvi sisse või välja. Tegelikult ei valgu tühikäigupihusti suudme 6 kaudu välja puhas kütus, vaid kütuse ja õhu segu emulsioonina, mis võimaldab ühtlasi intensiivsemalt kütuse seguneмist.

Kui gaasiklappi avada mootori töötamiseks osalisel koormatusel, lakkab imemine tühikäigupihusti suudme kohal, millega on tühikäigupihusti viidud tööst välja, ning mootorit toidetakse vaid peapihusti ja kompenseeriva pihusti kaudu, sealjuures kütuse nivoo kütusekaevus langeb allapoole tühikäigupihusti kalibreeritud ava 3. Seega pääseb õhk kalibreeritud ava 3 ja pidurdusõhu ava 4 kaudu tühikäigupihustisse ja sealt karburaatori segutorusse, kuid see õhuhulk on, võrreldes kogu õhuhulgaga, mis küttesegu näol läbib karburaatori segutoru, sedavõrd väike, et see segu koostist ei mõjuta.

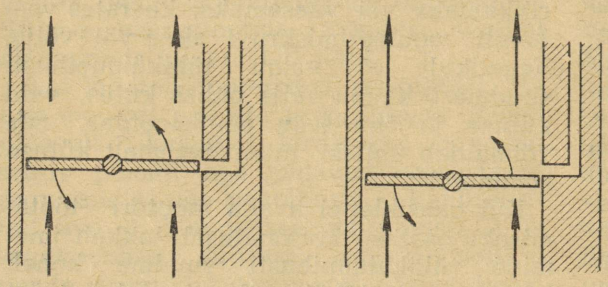


Joon. 311. Tühikäigu- või aeglaste pöörete seade.

1 — tühikäigupihusti, 2 — kütusekaev, 3 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava, 4 — õhuava, 5 — tühikäigu kütuse koostise reguleerimiskruvi, 6 — tühikäigu pihusti suue.

Tühikäigupihusti suudme asukoht gaasiklapi telje suhtes võib olla ühel joonel teljega või mootori pool telge (joon. 312). Esimesel asendil on see puudus, et gaasiklapi avamisel tekib gaasiklapi serva liiga järsk eemaldumine pihusti suudmest,

kusjuures pihusti suue võib jääda allapoole gaasiklappi, kus puudub hõrendus, mille tõttu küttesegu järsult vaesestub, tekitades lünga tühikäigupööretelt osalise koormatuse pööretele üleminekul. Selle puuduse kõrvaldamiseks tehakse mõnedel karburaatoritel gaasiklapi serv



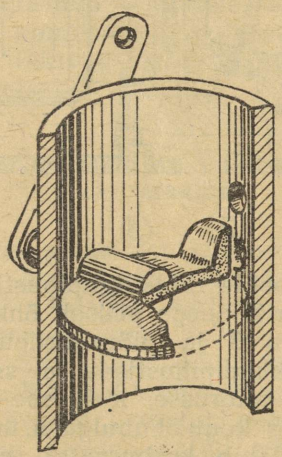
Joon. 312. Tühikäigupihusti suudme asukoht.

a — ühel joonel gaasiklapi teljega,
b — mootori pool gaasiklapi telge.

jämedam (joon. 313). Hüveks võiks vahest nimetada seda, et mittegaasistunud kütuse tilgakesed valguvad gaasiklapi viltust pinda mööda allapoole ja satuvad tagasi gaasiklapi vasakul poolel olevasse õhuvoolusesse.

Teise asukoha puhul (joon. 312 *b*) tekib enam ühtlasem ja lüngata üleminek tühikäigupööretelt osalise koormuse pööretele.

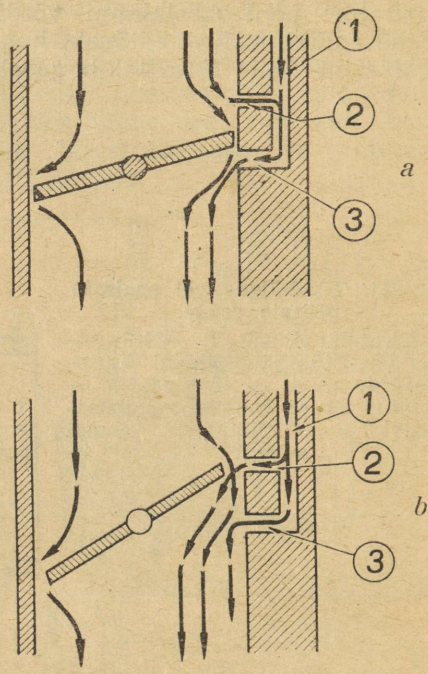
Üleminekut tühikäigupööretelt osalise koormuse pööretele parandatakse veel



Joon. 313. Gaasiklapp jämedama servaga.

sel teel, et ehitatakse karburaatorid mitte ühe tühikäigupihusti suudmega, nagu joonisel 312, vaid tehakse kaks (joon. 314) või ühs pikerguse põiklõikega suue (joon. 315), millega välditakse küttesegu järsku vaesestumist.

Nagu jooniselt 314 *a* selgub, pääseb kütuse ja õhu segu emulsioonina gaasiklapi vähesel lahtiolekul kanali 1 ja 3 kaudu karburaatori segutorusse, kus see seguneb gaasiklapi ja segutoru seina vahelise pilu kaudu imetava õhuga. Sellele lisandub veel õhk, mis pääseb ava 2

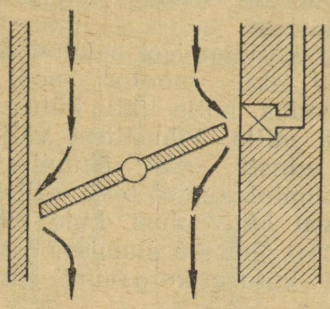


Joon. 314. Tühikäigupihusti kahe suudmega.

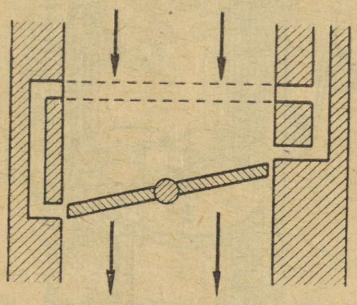
a — gaasiklapi vähesel lahtiolekul.
1 — rikka küttesegu emulsiooni valgumine, 2 — õhu valgumine, 3 — lahjendatud küttesegu emulsiooni valgumine.
b — gaasiklapi suuremal lahtiolekul.
1, 2, 3 — rikka küttesegu emulsiooni valgumine.

kaudu kanalisse 3, mida ongi vaja segu lahjendamiseks. Gaasiklapi kinnioleku tõttu valgub vaid vähe õhku läbi gaasiklapi ja karburaatori seina vahelise pilu. Kui aga gaasiklappi rohkem avada, pääseb kütus emulsioonina karburaatori

segutorusse nii ava 2 kui ka ava 3 kaudu ja rikkamas kontsentratsioonis, sest ava 2 kaudu enam õhku kanalisse 3 ei valgu (joon. 314 *b*). Ja rikkamat kontsentratsiooni ongi vaja gaasiklapi ja karburaatori seina vahelise pilu kaudu gaasiklapi suuremal lahtiolekul imetavasse tugevamasse õhuvoolusesse segunemiseks. Sel-



Joon. 315. Pikerguse piluga tühikäigupihusti suue.

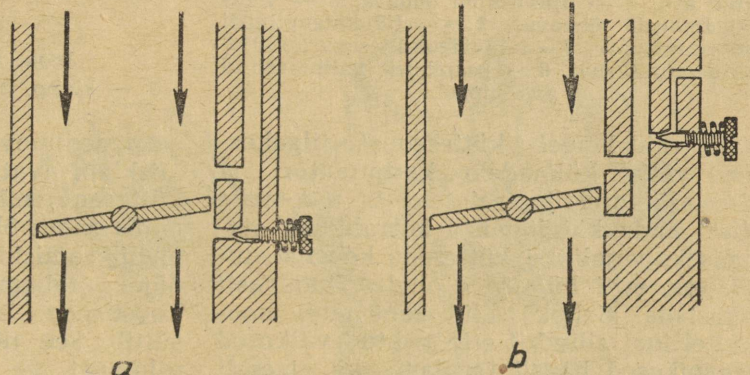


Joon. 316. Diagonaalselt vastastikku asetsevad tühikäigupihusti suudmed.

Tavaliselt pole tühikäigupihustid karburaatorite juures ehitatud eraldatavate osadena, vaid neid moodustavad kanalid, mis on karburaatorite kerede valamisel jäetud ettenähtud kohale.

Tühikäigupööretel saadava kütuse koostise reguleerimiseks on ette nähtud reguleerimiskruvi. Mõnedel karburaatoritel asetseb reguleerimiskruvi tühikäigupihusti suudme ees (joon. 317 *a*), siis reguleeritakse selle abil kütuse ja õhu segu — emulsiooni hulka, mis pääseb tühikäigupihusti kaudu karburaatori õhutorusse. Kruvi sissekeeramisega vähendatakse emulsiooni hulka — segu muutub lahjemaks. Vastupidi, kruvi väljakeeramisel segu rikastub. Teistel karburaatoritel asetseb reguleerimiskruvi pidurdusõhu kanalis (joon. 317 *b*) ja selle abil reguleeritakse tühikäigu pidurdusõhu hulka. Kruvi sissekeeramisega vähendatakse pidurdusõhu hulka, mille tõttu pihustisse satub rohkem kütust — selle tulemusena küttesegu rikastub. Vastupidi, kruvi väljakeeramisel segu lahjeneb.

Tühikäigupihustid ehitatakse nii ülesvoolu- kui ka allavoolu-karburaatoritel, olgu need kas pneumaatilise kütuse pidurdamisega, mehaanilise kütuse pidurdamisega või kompenseeriva pihustiga karburaatorid. Joonisel 318 on toodud pneumaatilise kütuse pidurdamisega allavoolu-karburaatori tühikäigupihusti skeem. Pidurdusõhu pääsuks pihustisse on siin ette nähtud kaks ava 5 ja 6. Ava 5 on pidevalt avatud, see hoiab ühtlasi



Joon. 317. Tühikäigu küttesegu koostise reguleerimise moodused.
a — küttesegu emulsiooni hulga muutmisega.
b — õhuhulga muutmisega,

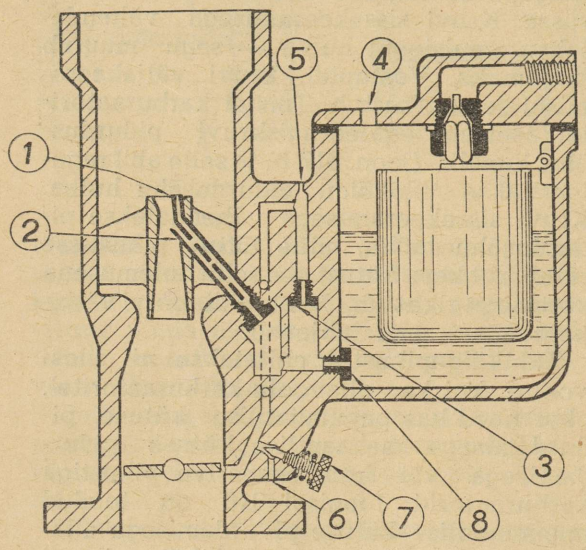
lega ongi saavutatud sujuv üleminek tühikäigupööretelt osalise koormuse pööretele.

Mõnedel karburaatoritüüpidel ehitatakse tühikäigupihusti suudmed diagonaalselt üksteise vastu (joon. 316), kuid töötamise põhimõte jääb samaks.

ära, et mootori seisu ajal kütus iseenesest, sifoonina ei voolaks tühikäigupihusti kaudu välja. Ava 6 kaudu tühikäigupihustisse pääsev pidurdusõhu hulk on reguleeritav reguleerimiskruvi 7 abil, millega on reguleeritav ka tühikäigu küttesegu koostis.

Seadmed karburaatoris mootori käivitamiseks

Kuigi tühikäigupihusti annab vajaliku küttesegu mootori tühikäigu- ja osaliselt ka aeglase käigu pööretel, ei ole sellega veel kindlustatud korralik ja hõlbus mootori käivitamine, eriti külmal ajal. Külma mootori käivitamisel ei anna ka tühikäigupihusti küllalt rikast küttesegu mootori töötamiseks, sest külmaga tühikäigupihusti poolt udustatav kütus ei gaa-



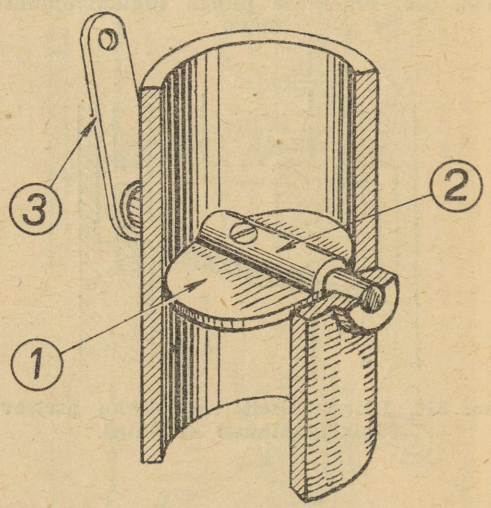
Joon. 318. Tühikäiguseade allavoolu-karburaatoril.

1 — peapihusti pidurdusõhu kalibreeritud ava, 2 — peapihusti, 3 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava, 4 — ujukiruumi õhuava, 5 — tühikäigupihusti õhuava, 6 — tühikäigupihusti pidurdusõhuava, 7 — tühikäiguküttesegu koostise reguleerimiskruvi, 8 — peapihusti kalibreeritud ava nippel.

sistu, vaid langeb küttesegust tilgakestena välja külmadele karburaatori ja sisselasketorustiku seintele. Et mootorile siiski anda käivitamisel korralikuks süttimiseks vajalikku küttesegu koostist, tuleb see, eriti külmades oludes, tugevasti rikastada. Selleks olid vanematel mootoritel igal silindril ette nähtud väikesed kraanikesed bensiini valamiseks otseselt mootori silindritesse. Kuid need osutusid peagi ebapraktiliseks, kuna nende kasutamine oli tülikas, ning raske oli määrata nende kaudu mootori silindritesse valatavat vajalikku kütusehulka. Seepärast asendati need peagi nn. karburaatori õhupiiramisklapiga (toore klapiga).

Õhupiiramisklappi (joon. 319) kasutatakse mootori käivitamisel ja mootori töötamisel kuni soojenemiseni. See koosneb karburaatori õhutorus asetsevast klapist 1, mis pöördub ühes võlliga 2. Hoova 3 külge kinnitatud trossi abil on juhil võimalik juhiistmelt õhupiiramisklappi vajadusekohaselt sulgeda ja avada. Seega suletakse osaliselt õhu juurdepääs karburaatorisse.

Mootori käivitamisel suletud õhupiiramisklapiga tekib mootori pool klappi suur hõrendus, mille tõttu kütus valgub pihustitest välja. Pihustitest väljavalguv kütus ei udustu, sest õhupiiramisklapi osalisel kinniolekul ei teki selleks küllalt tugevat õhuvoolust, kuid pihustitest karburaatori õhutoru alumisse ossa väljavalgunud kütuse kergemini aurustuvad



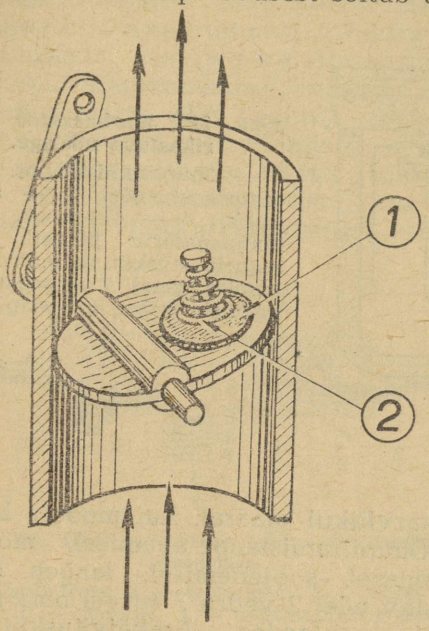
Joon. 319. Õhupiiramisklapp.

1 — klapp, 2 — klapivõll, 3 — klapihoob.

osad segunevad läbi osaliselt õhupiiramisklapi avatud ava liikuva õhuga, andes küttesegu, mille koostis on seda rikkam, mida enam õhupiiramisklapp on suletud. Õhupiiramisklapi osalise sulgemise määra õigel tabamisel saadakse küttesegu koostisega, mis käivitamisel hõlpsasti süttib. See nõuab jõuvankrijuhilt teatud vilumust.

Et ühelt poolt vabaneda õhupiiramisklapi käsitsemise sõltuvusest juhi vilumusest, teiselt poolt aga kaitsta mootorit liiga rikka koostisega küttesegu saamise eest, mis samuti, nagu liiga vaene küttesegugi, mootoris ei sütti, vaid sattudes silindrisse peseb silindriseintelt maha

õli ning sattudes karterisse rikub seal õli, teda asjatult veeldades, varustatakse mõnede karburaatoritüüpide õhupiiramisklapid automaatklapiga 1 (joon. 320), mis õhupiiramisklapi kinniolekul automaatselt õhupiiramisklapi taga tekkiva hõrenduse tõttu avaneb, avades paraja koostisega küttesegu saamiseks vajalikule õhuhulgale pääsu karburaatorisse. Vedru 2 abil hoitakse automaatklapp omal kohal. Selle pinevusest sõltub automaatklapi avanemine õigel määral, seepärast peab see olema hoolikalt valitud.

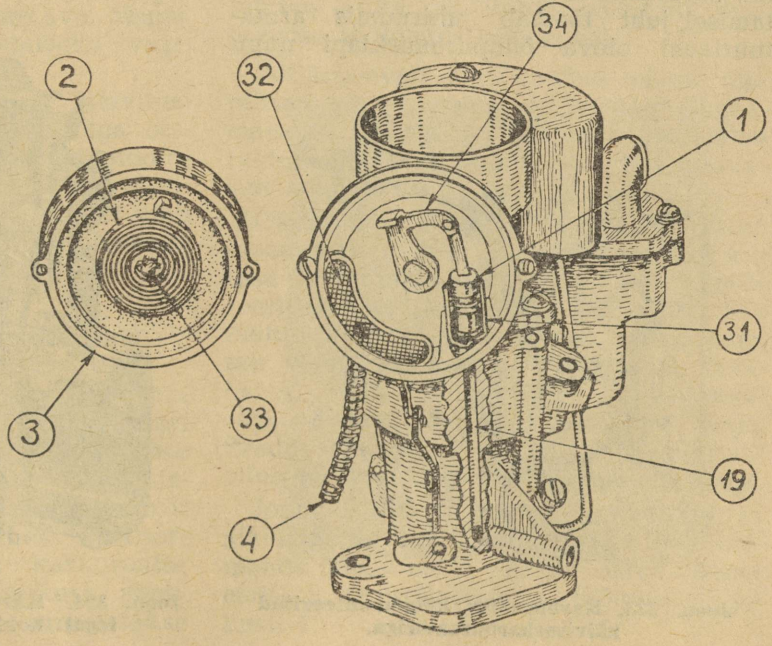


Joon. 320. Automaatklapiga õhupiiramisklapp.
1 — klapp, 2 — klapivedru.

Et täielikult vabaneda juhi vilumuse vajadusest õhupiiramisklapi käsitsemises, vähendada juhi hoolt mootori käivitamisel ja vältida mootori töötamist asjatult rikka küttesegu, kui juht unustas õhupiiramisklapi õigeaegselt avada, varustatakse mitmed nüüdisaja karburaatorid automaatse õhupiiramisklapiga. See hoiab külma mootori käivitamisel automaatselt õhupiiramisklapi kinni ja avab seda automaatselt sel määral, kuidas see vajalik on sõltuvana mootori soojenemisest. On mootor soojenenud, hoidub õhupiiramisklapp täielikult lahti.

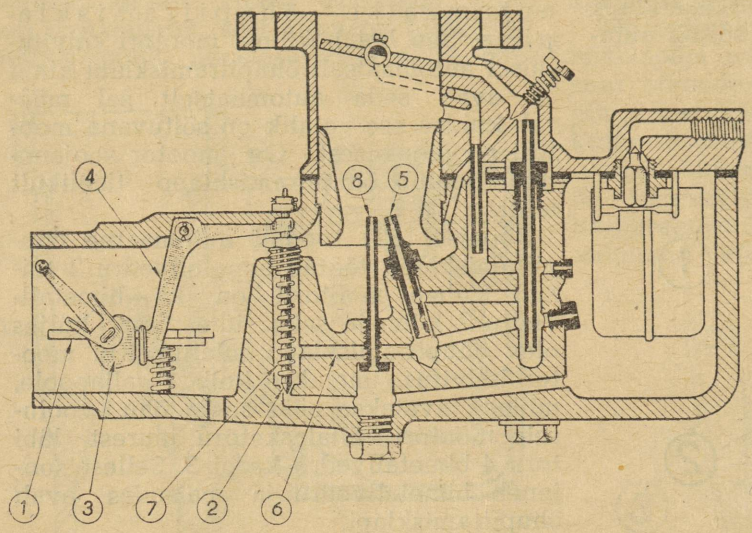
Joonisel 321 toodud automaatne õhupiiramisklapp töötab bimetallvedru 2 toimel. Külmal mootoril on ka bimetallvedru 2 külm ja selle ühe otsa küljes olev õhupiiramisklapp suletud. Kui mootor käivitus, imetakse kolb 1 allapoole, millega avatakse pääs sooja õhu voolusele mootori väljalasketoru juurest läbi toru 4 bimetallvedru karpi 3. Sellest soojeneb bimetallvedru ja paisudes avab õhupiiramisklapi.

Karburaatorite ehitamise arengus on välja kujunenud veel rida teisi seadmeid, mis hõlbustavad külma mootori käivitamist. Lihtsamaid neist on väike pumbake, mille abil pritsitakse lisakütust enne käivitamist otseselt mootori imemistorusse. Sissepritsimisel kütus pihustub



Joon. 321. Automaatne õhupiiramisklapp.
1 — õhupiiramisklapi automaatseadme kolb, 2 — bimetallvedru, 3 — automaatseadme karp, 4 — soojaõhutoru mootori juurest, 19 — imemiskanal, 31 — automaatseadme silinder, 32 — tolmukaitse võrkfilter, 33 — bimetallvedru kinnitus, 34 — kolvi hoob.

hästi, seguneb mootori imemistorus oleva õhuga, moodustades külma mootori käivitamiseks vajaliku küllaltki rikka küttesegu. Mõnedes sellistes seadmetes on ette nähtud kütuse eelsoojendus akupatarei voolu abil, milleks seade varustatakse vastava takistusega traadist spiraaliga. Ettesoojendatud kütus gaasisabil trossi kaudu õhupiiramisklapi kinni. Õhupiiramisklapi sulgemisel toetub nukk 3 hoovale 4, millega avatakse segurikastav nõel 2. Seega pääseb lisakütus kanali 6 kaudu kompenseerivasse pihustisse, rikastades küttesegu. Küttesegu koostise liigset rikastumist väldib õhupiiramisklapi automaatklapp, mis ava-

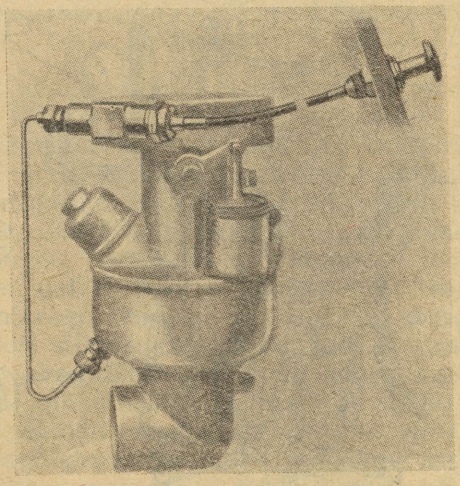


Joon. 322. Karburaator segurikastava nõelaga.

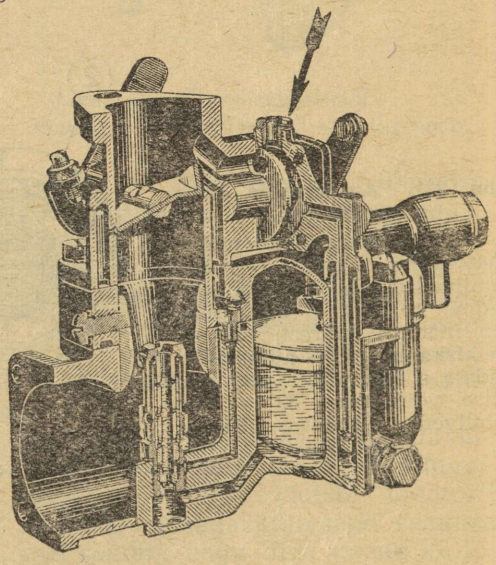
1 — õhupiiramisklapp, 2 — segurikastusnõel, 3 — tõstenukk, 4 — tõstehoob, 5 — kompenseeriv pihusti, 6 — segurikastuskütuse juurdevalgumise kanal, 7 — segurikastusnõela vedru, 8 — peapihusti.

tub paremini. Sellise lisakäivituskütuse pumba tegevusse rakendamine toimub kas käsitsi või elektromagnetiliselt.

Joonisel 322 on toodud kompenseeriva pihustiga karburaator, mis lisaks automaatklapiga õhupiiramisklapile 1 omab nn. segurikastava nõela 2. Mootori käivitamisel juht tõmbab juhiruumis armatuurlaual oleva õhupiiramisklapi nupu neb tarvilikul määral, kui mootor käivitus. Õhupiiramisklapi avamisel, mootori küllaldasel soojenemisel, langeb segurikastav nõel 2 vedru 7 survel oma pessa tagasi, sulgedes lisakäivituskütusele pääsu kompenseerivasse pihustisse, seega segu saab oma normaalse koostise.



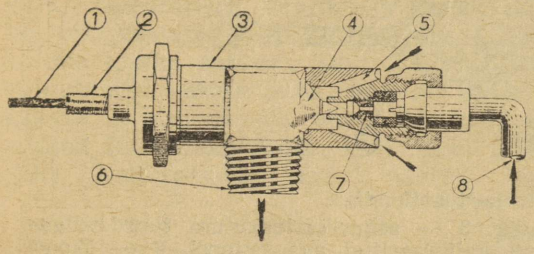
Joon. 323. Karburaator külgemonteeritud käivituskarburaatoriga.



Joon. 324. Käivituskarburaator (näidatud noolega) kokkuehitatud karburaatoriga.

Viimasel ajal varustatakse karburaatorid väikese nn. „käivituskarburaatoriga". Käivituskarburaator kujutab enesest väikest karburaatorit, mis on tavalisele karburaatorile juurdemonteeritav (joon. 323) või sellega kokku ehitatud (joon. 324).

Joonise 323 kohaselt on käivituskarburaator monteeritud karburaatori segutoru külge mootori pool gaasiklappi. Käivituskarburaator saab kütust otseselt karburaatori ujukiruumist. Juhiruumis, armatuurlaual asetseva käivituskarburaatori nupu väljatõmbamisel, avatakse käivituskarburaatoris olev ventiil, mis võimaldab mootori käivitamisel tekkiva imemise tõttu kütusele pääsu ujukiruumist käivituskarburaatorisse, kus see seguneb käivituskarburaatorisse väljast



Joon. 325. Õhu ja kütuse pääs käivituskarburaatorisse.

1 — tõmbetross, 2 — trossikõri, 3 — kere, 4 — ventiil, 5 — õhuava, 6 — küttesegu väljavoolunippel, 7 — kalibreeritud kütuseava nippel, 8 — kütuse juurdevalgumise toru.

läbi avade 5 (joon. 325) imetava õhuga, tekitades korralikuks põlemiseks vajaliku koostisega küttesegu.

Karburaatorite varustamine käivituskarburaatoritega on osutunud väga otstarbekaks, sest need hõlbustavad mootorite käivitamist külmal ajal ning väldivad asjatut mootoriõli riknemist, mis võib juhtuda õhupiiramisklapi liigsel kasutamisel.

Karburaatori segurikastusseadmed

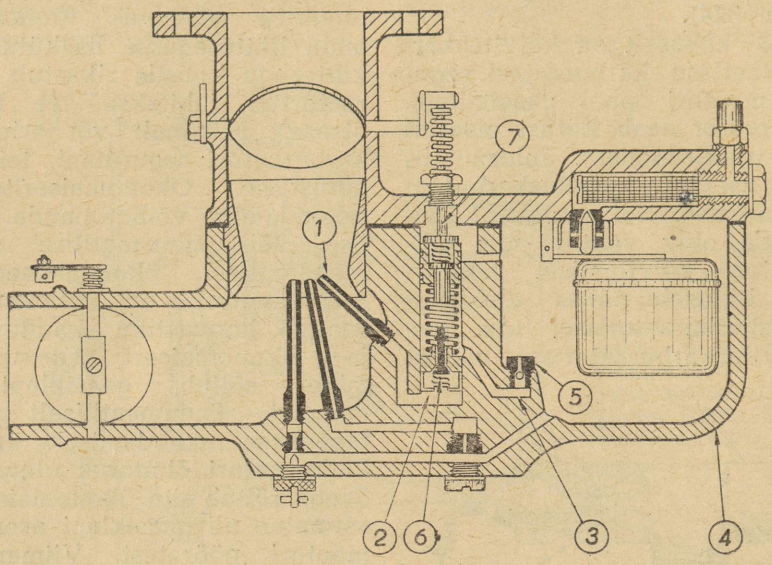
Eespool seadsime karburaatorite kohta üles nõude, et see peab andma mootori tavalistes töötamistingimustes ökonoomse koostisega küttesegu, rasketes töötamistingimustes aga, kus nõutakse mootorilt täisvõimsust või koguni vähest ülekoormamise võimalust, peab karburaator olema suuteline andma jõurikast segu. Viimase nõude täitmiseks varustatakse karburaatorid eriseadmega, nn. ökonomaiseritega või võimsuse pihustiga, kuna tavalistes töötamistingimustes töötamiseks seatakse karburaatori enese pihustid ökonoomsele segule. Ökonomaiser kujutab enesest seadet, mis võimaldab mootoril rasketes töötamistingimustes anda küttesegusse lisakütust, mille tõttu küttesegu koostis rikastub. Osal karburaatoritel juhitakse see lisakütus kas otseselt erikanali või eripihusti kaudu karburaatori seguruumi, teistel aga peapihustisse. Ökonomaiserite tegevusse rakendamine võib toimuda kas mehaanilise või pneumaatilise seadme abil. Mehaanilisel ökonomaiseri tegevusse rakendamisel on viimane tavaliselt seotud hoovastiku kaudu gaasiklapiga ja ökonomaiseri tegevusse rakendamine sõltub gaasiklapi lahtioleku määrast. Pneumaatiliselt ökonomaiseri tegevusse rakendamiseks kasutatakse ära karburaatori õhutorus olevat hõrendust. Seega sõltub siin ökonomaiseri tegevusse astumine nii gaasiklapi asendist kui ka mootori pööretest. Viimane viis omab seda paremust, et ökonomaiser astub mootori täiel koormatusel, kus gaasiklapp on täiesti avatud ja mootori pöörded langenud, tegevusse, kutsudes esile küttesegu rikastumist, mida ongi vaja mootori täielikul koormamisel. Samas aga, kui mootori pöörded tõusevad ja hõrendus karburaatori õhutorus suureneb, väheneb pidevalt küttesegu rikastumine — ka see sobib mootori ökonoomse töötamise seisukohalt.

Alljärgnevalt olgu toodud mõned tüübilised näited, kuidas kirjeldatud ökonomaiserite töötamise põhimõte on karburaatorite juures tegelikult konstruktiivselt lahendatud.

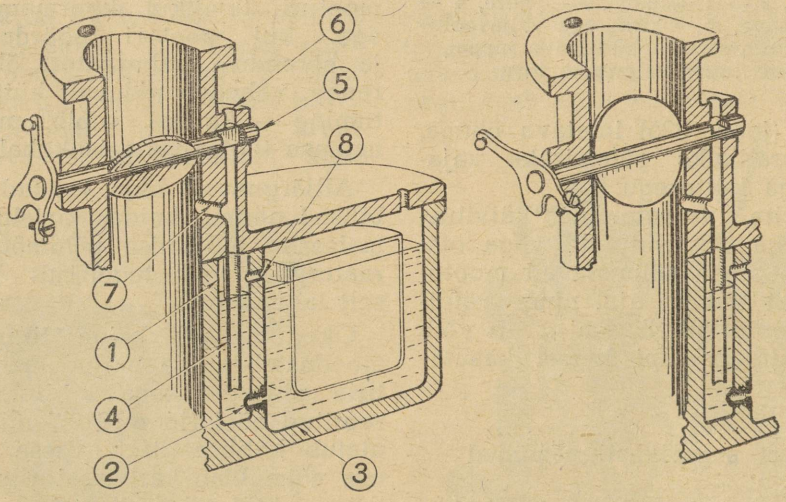
Ökonomaiseri kõige lihtsamal kujul moodustab meile tuntud mehaanilise kütuse pidurdamisega karburaatori kalibreeritud nõel (joon. 310), mille ots, mis ulatub kalibreeritud avasse, omab kuju, mis võimaldab karburaatorile anda tavalistes töötamistingimustes ökonoomset segu, täiskoormusel aga jõurikast segu. Seade rakendub tegevusse mehaaniliselt, olles hoovastikuga seotud gaasiklapiga.

Joonisel 326 on toodud kompenseeriva pihustiga karburaatori skeem, millele kolmanda pihustina on juurde lisatud ökonomaiseri segurikastumise (võimsuse) pihusti 1.

Ökonomaiseri seade koosneb silindrist 2, millesse pääseb kütus kanali 3 kaudu ujukiruumist 4, läbides kalibreeritud ava 5, nimetatud segurikastumise pihustist 1, klapist 6, mis tavalistes mootori mootorilt täisvõimsuse saavutamiseks peaaegu täielikult avatud, ulatub varda 7 ots toetuma klapile 6 ja avab selle, võimaldades kütusele pääsu ujukiruumist segurikastuspihusti kaudu segukoonusesse,



Joon. 326. Ökonomaiseriseade segurikastuspihustiga.
1 — segurikastuspihusti, 2 — ökonomaiseri silinder, 3 — segurikastuskütuse juurdevalgumise kanal, 4 — ujukiruum, 5 — segurikastuspihusti kalibreeritud ava nippel, 6 — ökonomaiseri klapp, 7 — ökonomaiseri varras.



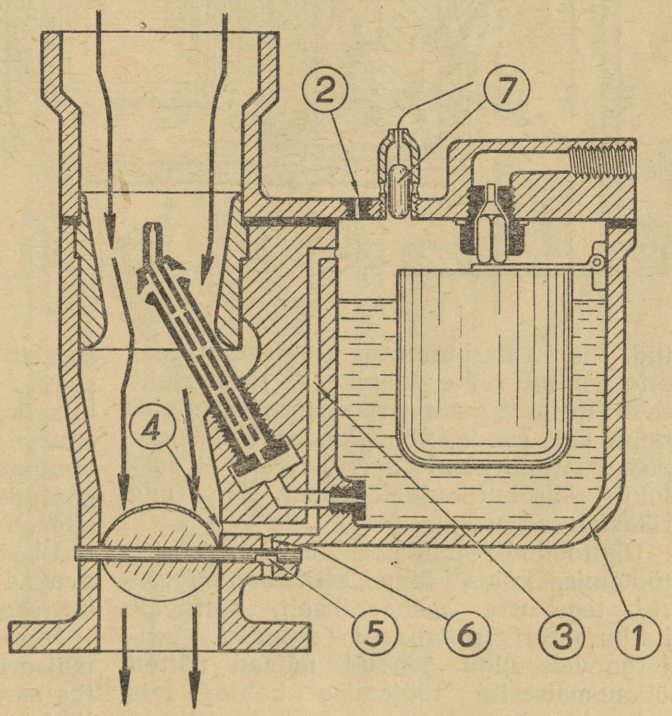
Joon. 327. Ökonomaiseriseade rakendub tegevusse gaasiklapi telje pööramisel.
1 — ökonomaiseri kütusekaev, 2 — kalibreeritud ava, 3 — ujukiruum, 4 — kütusetoru, 5 — gaasiklapivõll, 6 — välisõhuava, 7 — segurikastuskütuse kanal, 8 — pidurdusõhuava.

töötamise tingimustes on suletud ja takistab kütusele pääsu karburaatori segukoonusesse, ning vardast 7, mis on ühendatud gaasiklapiga. Kui gaasiklapp on rikastades seal küttesegu. Karburaator annab rikkamat segu seni, kuni gaasiklapp püsib täielikult avatuna.

Joonisel 327 toodud kompenseeriva

pihustiga karburaatori ökonomaiseriseade koosneb kütusekaevust 1, mis on kalibreeritud ava 2 kaudu ühenduses ujukiruumiga 3, ja torukesest 4, mille üks ots ulatub kütusekaevu 1, teine aga gaasiklapi teljeni 5. Gaasiklapi telg omab keskel osalist väljalõiget. Gaasiklapi telje pesa on kanali 6 kaudu ühenduses välisõhuga. Tavalises mootori töötamise olukorras, kus gaasiklapp on osaliselt avatud, pääseb välisõhk, imetuna mootori poolt, kanali 6 kaudu torukesse 4 ja sealt, kanali 7 kaudu, karburaatori segutorusse, mille tõttu kütust kütusekaevust 1 kaasa ei valgu. Mootori täiskoormatusel, kus gaasiklapp on täiesti avatud, sulgub kanal 6, mistõttu kütus imetakse kütusekaevust 1 läbi kanali 7 karburaatori seguruumi, kus see rikastab küttesegu, mida ongi täiskoormusel vaja. Gaasiklapi täieliku avamise hetkel on küttesegusse juurdevalguv lisakütuse annus suurem, sest küttesegusse valgub see kütuse hulk, mis on kütusekaevus 1. Kui see on otsas, siis määrab edasist lisakütuse hulka, mis jääb püsivaks, kalibreeritud ava 2 suurus, aga mitte karburaatori seguruumis olev hõrendus, sest kütusekaev 1 saab pidurdusõhku ava 8 kaudu. Selle tõttu mootori sama võimsuse juures segu rikastub mise määr väheneb mootori pöörete tõusul, sest kütuse hulk, mida määrab kalibreeritud ava 2, jääb samaks, õhuhulk aga, mis läbib karburaatori, suureneb mootori pöörete tõusuga. Selline küttesegu rikastamise määra vähenemine mootori pöörete tõusul vastab mootori töötamise nõudeile.

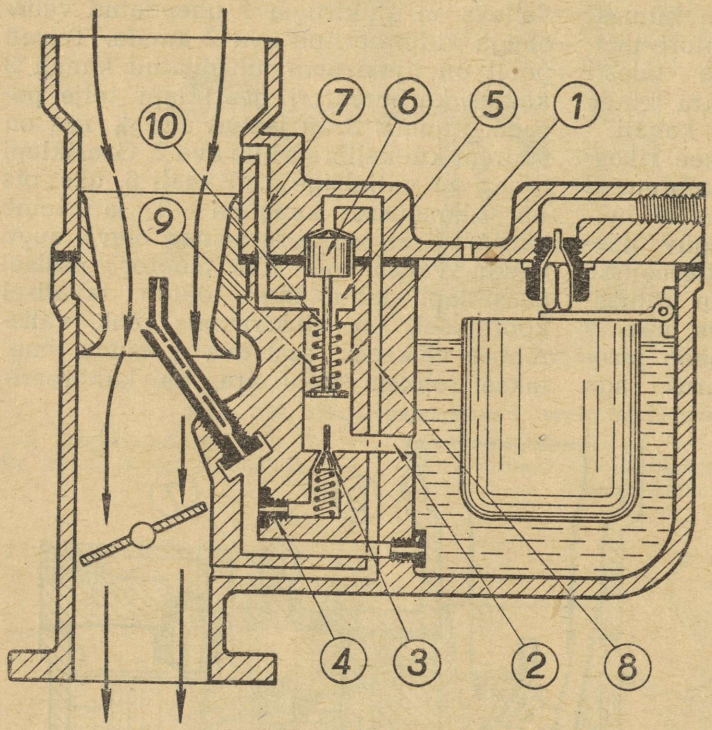
Joonisel 328 toodud pneumaatilise kütuse pidurdamisega karburaator omab ökonomaiseriseadet, kus küttesegu rikastamine toimub peapihusti kaudu, sõltuvana ujukiruumis valitsevast õhurõhust. Selleks on ujukiruum 1 ühendatud välisõhuga kalibreeritud ava 2 kaudu. Teiselt poolt on ujukiruum ühendatud kanali 3 kaudu karburaatori gaasiklapi telje pesaga. Kanalis 3 on jäetud ava 4, mis on suurem kui kalibreeritud ava 2. Gaasiklapi teljes on väljalõige 5. Kanali 6 üks ots on ühenduses kanaliga 3 ja teine karburaatori segutoru seinas oleva augu kaudu välisõhuga. Kui mootor osalisel gaasiklapi lahtiolekul töötab tavalisel koormusel, on ujukiruumis rõhk välisrõhust väiksem, sest ava 4 kaudu imetakse rohkem õhku ära, kui kalibreeritud ava 2 kaudu juurde voolab. Ujukiruumis oleva vähendatud rõhu tõttu valgub läbi peapihusti vaid sel määral kütust, et tavalises mootori töötamisolu-



Joon. 328. Ökonomaiseriseade, kus segurikastumine toimub ujukiruumis valitseva õhurõhu muutmisega.

1 — ujukiruum, 2 — ujukiruumi kalibreeritud õhuava, 3 — ujukiruumi ja segutoru ühendav kanal, 4 — kanali suue segutorusse, 5 — väljalõige gaasiklapi võllis, 6 — kanal ujukiruumi ühendamiseks välisõhuga, 7 — õhuklapp.

korras annab karburaator ökonoomset küttesegu. Kui aga gaasiklappi avada mootorilt täisvõimsuse saavutamiseks, satub gaasiklapi teljes olev ava asendisse, mis võimaldab välisõhul pääseda kanalisse 3. Selle tagajärjel ujukiruumis tõuseb rõhk, mille tõttu valgub rohkem kütust peapihusti kaudu karburaatori seguruumi, rikastades küttesegu. Kuna jõuvankri ekspluateerimise tingimustes tekib mõnikord vajadus küttesegu rikastamiseks olukorras, kus karburaatori gaasiklapp pole mitte täiel määral avamis on ava 2 kaudu ühenduses ujukiruumiga ja klapi 3 ning kalibreeritud ava 4 kaudu peapihustiga, ja silindrist 5, milles asetseb kolb 6, ning mis on kanaliga 7 ühendatud karburaatori õhutoruga eespool segukoonust ja kanaliga 8 mootori pool gaasiklappi. Vedru 9 püüab varda 10 kaudu tõmmata kolvi 6 allapoole, kuid mootori tavalistes töötamistingimustes gaasiklapi osalisel lahtiolekul, kanalis 8 oleva imemise tõttu, hoidub kolb oma ülemises asendis, mille tõttu klapp 3 on suletud ja karburaator



Joon. 329. Pneumaatiliselt tegevusse rakenduv ökonomaiseriseade.

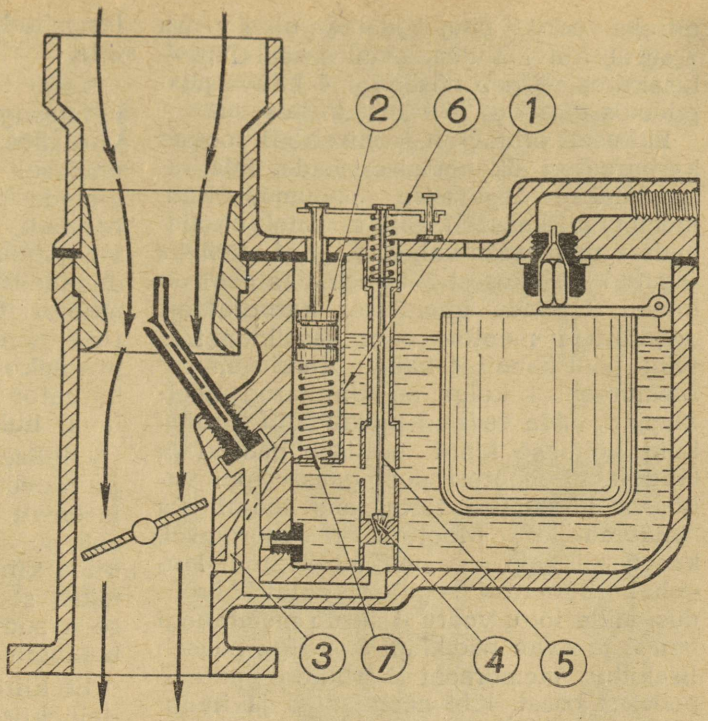
1 — segurikastuskütuse ruum, 2 — segurikastuskütuse juurdevalgumise kanal, 3 — segurikastuskütuse nõelklapp, 4 — segurikastuskütuse kalibreeritud ava nippel, 5 — ökonomaiseri silinder, 6 — ökonomaiseri kolb, 7 — ökonomaiseri õhukanal, 8 — ökonomaiseri imemiskanal, 9 — ökonomaiseri kolvi vedru, 10 — ökonomaiseri kolvi varras.

tud, siis on karburaatori ujukiruumi peal ette nähtud väike klapike 7, mida juht saab trossi kaudu armatuurlaual oleva nupu abil avada, võimaldades välisõhule pääsu ujukiruumi sel määral, et seal tekib välisõhurõhule lähedane rõhk, mis rikastab küttesegu.

Ülaltoodud näidetes ökonomaiserite töötamise kohta rakendati ökonomaiserid tegevusse mehaaniliselt, sõltuvalt karburaatori gaasiklapi asendist. Alljärgnevalt olgu toodud mõned näited ökonomaiserite töötamise kohta, mis rakenduvad tegevusse pneumaatiliselt, sõltuvalt karburaatori segutorus valitsevast hõrendusest.

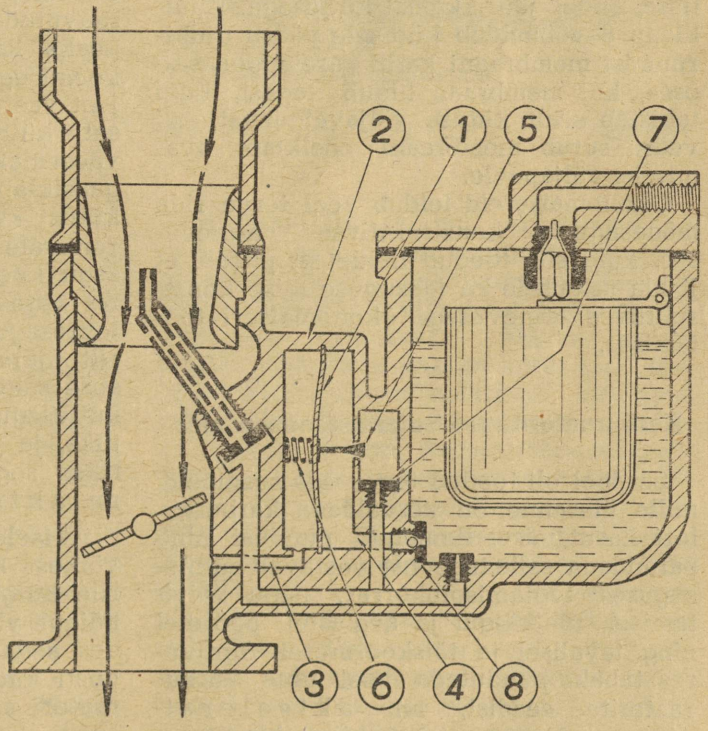
Joonisel 329 toodud karburaatoril koosneb ökonomaiseriseade silindrist 1, suudab anda vaid ökonoomset küttesegu. Gaasiklapi täielikul lahtiolekul, kus kanalite 8 ja 7 vahel pole kuigi suurt rõhkude vahet, suudab vedru 9 tõmmata kolvi 6 alla, mistõttu kolviga seotud varras 10 avab klapi 3. Seega pääseb lisakütus ujukiruumist läbi avatud klapi 3 ja ökonomaiseri kalibreeritud ava 4 peapihustisse, andes jõurikast küttesegu.

Joonisel 330 toodud karburaatori ökonomaiseri töötamise põhimõte on üldjoontes sama. Siin koosneb ökonomaiser silindrist 1, milles liigub kolb 2. Silinder 1 on kanali 3 kaudu ühenduses karburaatori segutoruga mootori pool gaasiklappi. Tavalistes mootori töötamise tingimustes, osalisel gaasiklapi lahtiolekul,



Joon. 330. Pneumaatiliselt tegevusse rakenduv ökonomaiseriseade.

1 — ökonomaiseri silinder, 2 — ökonomaiseri kolb, 3 — imemiskanal, 4 — segurikastuskütuse nõelklapp, 5 — nõelklapi varras, 6 — nõelklapi tõstehoob, 7 — ökonomaiseri kolvi vedru.



Joon. 331. Pneumaatiliselt, membraani abil, tegevusse rakenduv ökonomaiseriseade.

1 — membraan, 2 — membraani kest, 3 — imemiskanal, 4 — kütuse juurdevalgumise kanal ökonomaiserisse, 5 — segurikastuskütuse nõelklapp, 6 — membraani vedru, 7 — segurikastuskütuse kalibreeritud ava nippel, 8 — segurikastuskütuse imemiskuulklapp.

hoiab mootori pool gaasiklappi olev hõrendus kolvi 2 oma alumises asendis. Sellega hoitakse nõelklapp 4 kolvivarda 5 ja hoova 6 kaudu suletuna. Selles asendis annab karburaator ökonoomset küttesegu. Gaasiklapi täielikul avamisel langeb hõrendus karburaatori segutorus, imemine kanalis 3 ei suuda kolvi allhoid-

miseks vedru 7 pinget ületada ning vedru 7 surub kolvi 2 üles, avades nõelklapi 4. Lisakütus pääseb nõelklapi 4 kaudu peapihustisse, andes jõurikast küttesegu.

Ehituselt erinev on joonisel 331 toodud karburaatori ökonomaiseriseade, mis rakendatakse tegevusse pneumaatiliselt, membraani kaasabil. Siin koosneb ökonomaiser membraan-vaheseinaga 1 pooleks jagatud karbikesest 2, millest üks pool on kanali 3 kaudu ühenduses karburaatori segutoruga mootori pool gaasiklappi ja teine pool kanali 4 kaudu ujukiruumiga. Membraani 1 külge on kinnitatud nõelklapp 5, mida vedru 6 püüab lahti suruda, kuid hoitakse kinni osalisel gaasiklapi lahtiolekul mootori pool gaasiklappi valitseva hõrenduse tõttu, mis mõjub ka membraanile. Mootori täiskoormusel, kus gaasiklapp on täielikult avatud, langeb karburaatori segutorus olev hõrendus, mille tõttu vedru 6 surub membraani tagasi ja avab nõelklapi 5. Seega pääseb lisakütus membraani karbikese parempoolsest osast, läbi nõelklapi 5 ja kalibreeritud ava 7, karburaatori peapihustisse, andes jõurikkamat küttesegu. Kuulklapp 8 võimaldab kütusele pääsu ujukiruumist membraani karbi parempoolsesse ossa, kui membraan liigub tagasi, kuid takistab sealt kütuse väljavalgumist, kui vedru surub membraani nõelklapi avamiseks väljapoole.

Ökonomaisereid leidub veel terve rida mõnesuguses konstruktiivses erinevuses, kuid siin toodud näidetest piisab, et jõuda selgusele ka igasuguse teise konstruktiivse erinevusega ökonomaiseri töötamises.

Karburaatorite aktseleratsioonseadmed

Eespool oli toodud terve rida seadmeid, mille ülesanne on kõrvaldada karburaatori kasutamisel ilmnenud puudusi ning parandada selle tegevust vastavalt mitmesuguses töötamisolukorras, nagu käivitamisel, tühikäigul ja aeglastel pööretel ning tavalisel ja täiskoormusel. Siinjuures tahaks puudutada veel ühte karburaatorite seadist, nn. aktseleratsioonpumpa või kiirenduspumpa, millega nüüdisajal varustatakse suurem osa jõuvankrite karburaatoreid. Aktseleratsioonpumba ülesanne on kõrvaldada seda lünka, mis ilmneb karburaatoril mootori töötamise järsul üleminekul aeglasematelt pööretelt kiirematele pööretele.

Nagu teada, tuleb jõuvankritel töötada mitmesugustes järsult muutuvates olukordades. Tuleb sõita aeglaselt pehmel mudasel või liivasel teeosal, samas tuleb ületada mõnda mäge, järsult kiirust vähendada mõne kokkupõrke vältimiseks või järsult kiirust juurde võtta, et mööduda eelsõitvast jõuvankrist. Jõuvankri mootor peab olema võimeline reageerima nendele järsult muutuvatele töötamisolukordadele, kuid selleks peab karburaator teda vastava koostisega ja vastaval hulgal küttesegu ga varustama.

Olulisem on siin kiire jõuvankri kiiruse juurdevõtmine, s. o. kiire üleminek aeglasemalt kiiruselt suuremale kiirusele ehk nn. aktselereerimine ehk kiirenemine. Mida kiiremini toimub jõuvankri kiirenemine, seda painduvam on see liikumisel, seda suurem on selle keskmine ekspluatatsiooni kiirus.

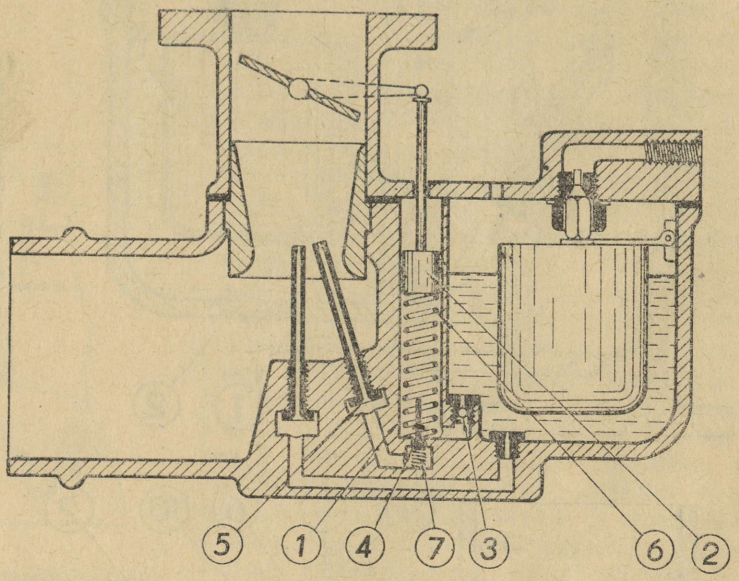
Et kiiremini üle minna aeglaselt sõidult kiiremale sõidule või täiskiirusele, avatakse järsult gaasiklapp, et mootorilt saavutada suuremat võimsust. Sel hetkel peaks karburaator andma ka rikkama koostisega küttesegu, kuid on osutunud just vastupidi — järsul gaasiklapi avamisel küttesegu koostis muutub veelgi vaesemaks, sest pihustitest ei valgu gaasiklapi järsul avamishetkel nii palju kütust küttesegusse, et sealt järsult suurenevale läbivoolavale õhuhulgale küttesegu koostise alalhoiuks tarvilikul määral kütust lisada või koguni veel enam küttesegu koostist rikastada, mis mootorilt järsult nõutava suurema võimsuse saavutamiseks on vajalik. Et selline küttesegu koostise vaesestumine ei juhtuks, ja just hetkel, kus on vajalik jõurikas segu, varustataksegi karburaatorid nn. aktseleratsioonpumbaga.

Aktseleratsioonpump kujutab endast väikest kolbpumpa, mis on karburaatorile külge ehitatud ja mis oma imemiskäigul võtab kütust ujukiruumist, surudes seda survekäigul kas otseselt eripihusti kaudu või peapihusti kaudu karburaatori seguruumi, rikastades seal küttesegu koostist. Kuna aktseleratsioonpumba kolb on hoovastiku kaudu ühenduses gaasiklapiga, on see seatud nii, et kütuse juurdeandmine aktseleratsioonpumba poolt toimub gaasiklapi suuremal avamisel. Mõnedel karburaatoritel on akt-

seleratsioonpumbaseade ehitatud selliselt, et aktseleratsioonkütus surutakse küttesegusse ainult gaasiklapi järsul avamisel, kuna gaasiklapi aeglasel, pideval avamisel seda ei juhtu. Mõnede karburaatorite aktseleratsioonpump ei suru otseselt kütust karburaatori segutorusse, vaid suurendab ujukiruumis rõhku kütuse pinnale, mille tõttu valgub läbi peapihusti enam kütust karburaatori seguruumi.

Võiks ju näiteks kompenseeriva pihusja mootori pool gaasiklappi olevast rõhkude vahest. Viimasel viisil on see paremus, et mootori aktselereerimine ei toimu mitte ainult sõltuvana gaasiklapi asendist, vaid ka mootori pöörete arvust, s. o. mootorilt kasutatavast võimsusest. Sageli ehitatakse karburaatori aktseleratsioonpumbad kokku ökonomaiseritega.

Alljärgnevalt olgu toodud mõned näited aktseleratsioonpumpade ehitusest ja töötamisest.



Joon. 332. Aktseleratsioonpumbaseade — kolb liigub, olles mehaanilises seoses gaasiklapiga.

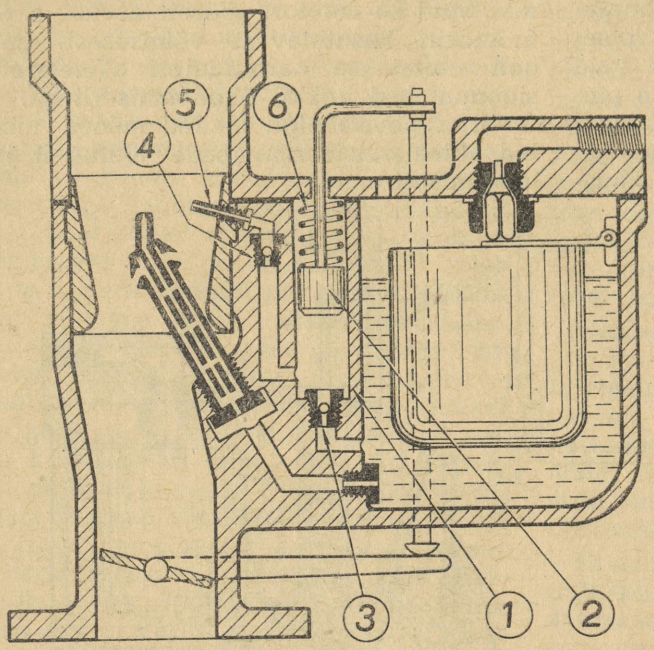
1 — aktseleratsioonpumba silinder, 2 — aktseleratsioonpumba kolb, 3 — imemisklapp, 4 — surveklapp, 5 — kiirenduspihusti (segurikastuspihusti), 6 — aktseleratsioonpumba kolvi vedru, 7 — surveklapi vedru.

tiga karburaatori kütusekaevus mootori aeglastel pööretel kogunevale kütuse tagavarale vaadata kui aktseleratsioonkütusele, või pneumaatilise kütuse pidurdamisega karburaatorile selline kaev juurde ehitada, kuid kõigepealt sellest kütusehulgast ei piisa mootori aktselereerimiseks ja pealegi on see vaid üleminekul aeglastelt pööretelt täisvõimsusele, kuna osaliselt koormatuselt üle minnes täisvõimsusele kütusekaevus kütust ei ole, sest see on läbi kompenseeriva pihusti välja imetud, ja läbi kompenseeriva pihusti kalibreeritud ava juurdevalguv kütus imetakse pidevalt kompenseeriva pihusti poolt ära — seega tagavara seal aktselereerimise otstarbeks ei ole.

Aktseleratsioonpumpi leidub mitmesuguses konstruktiivses erinevuses. Need rakenduvad tegevusse sõltuvana gaasiklapi asendist kas mehaaniliselt, olles nagu eespool nimetatud, hoovastiku kaudu ühenduses karburaatori gaasiklapiga, või pneumaatiliselt, sõltuvana eesJoonisel 332 toodud aktseleratsioonpumbaseade koosneb silindrist 1, millesse imetakse kolvi 2 ülesliikumisel läbi kuulklapi 3 kütust ujukiruumist. Kolvi 2 allaliikumisel surutakse aktseleratsioonpumba silindrisse imetud kütus läbi nõelklapi 4 ja selleks määratud kiirenduspihusti 5 karburaatori seguruumi, kus see rikastab küttesegu. Aktseleratsioonpumba kolb on varda ja hoovastiku kaudu seotud karburaatori gaasiklapiga ning surutakse alla gaasiklapi avamisel. Kuulklapp 3 võimaldab aktseleratsioonpumba kolvi ülesliikumisel, s. o. kolvi imemiskäigul kütusele küll pääsu pumba silindrisse, kuid kolvi allaliikumisel suleb kütusele tagasipääsu ujukiruumi. Vedru 6 püüab suruda pumbakolvi ülemisse asendisse. Vedru 7 surub kolvi ülesliikumisel nõelklapi 4 kinni. Seade töötab ühtlasi ka ökonomaiserina.

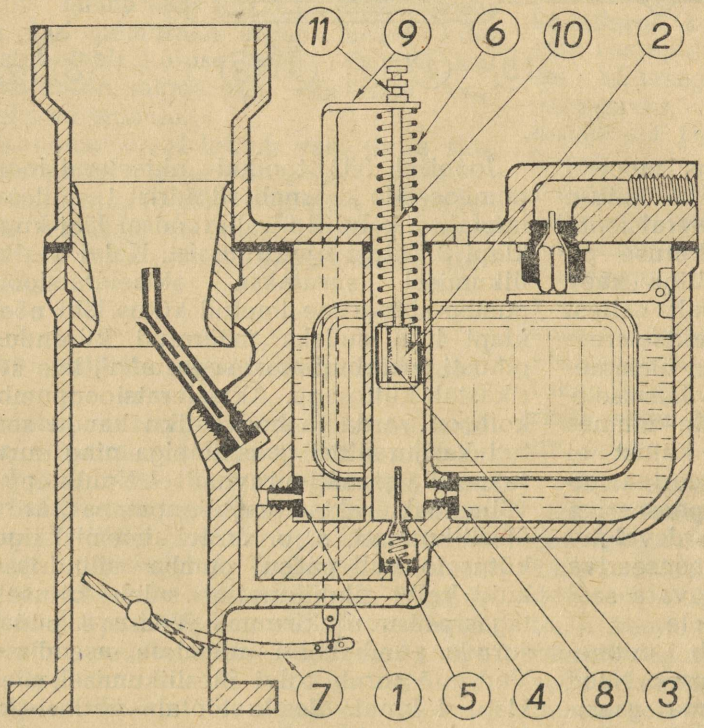
Selle aktseleratsioonpumbaseadme puuduseks võiks nimetada kütuse liiga järsku väljapaiskamist gaasiklapi kiirel ava-

misel. Kuna aga aktselereerimine võtab, kuigi see peab kiiresti toimuma, siiski veidi aega, on soovitav aktseleratsioonkütuse sissepritsimise väldet mõne hetke aktseleratsioonpumbaseadmel on püütud seda puudust sel teel kõrvaldada, et aktseleratsioonpumba kolvi allaliikumine ei toimu mitte mehaanilises seoses gaasi-



Joon. 333. Aktseleratsioonpumbaseade — kolb liigub vedru survel.

1 — aktseleratsioonpumba silinder, 2 — aktseleratsioonpumba kolb, 3 — imemisklapp, 4 — surveklapp, 5 — segurikastuspihusti, 6 — aktseleratsioonpumba kolvi vedru.

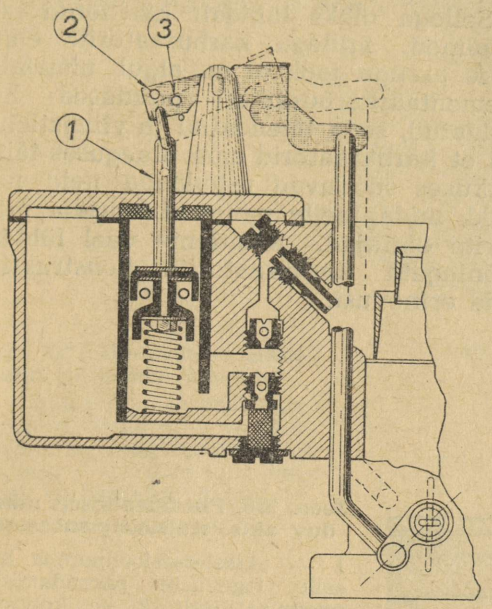


Joon. 334. Aktseleratsioonpumbaseade — segurikastuskütuse juurdeandmine peapihusti kaudu.

1 — peapihusti kalibreeritud ava nippel, 2 — aktseleratsioonpumba kolb, 3 — kütuse läbivalgumise lõhe, 4 — segurikastuskütuse nõelklapp, 5 — nõelklapi vedru, 6 — aktseleratsioonpumba vedru, 7 — gaasiklapi hoovastik, 8 — kütuse imemisklapp, 9 — aktseleratsioonpumba hoovastik, 10 — aktseleratsioonpumba kolvi varras.

võrra pikendada, et mitte ainult hetkeliseks aktselereerimise aja välteks saada jõurikast küttesegu. Joonisel 333 toodud klapiga, vaid eraldi vedru 6 survel. Seega sõltub aktseleratsioonkütuse sissepritsimise välde vedru 6 pinetusest. Selle

konstruktsiooni hüveks võiks nimetada veel seda, et aktseleratsioonkütuse sissepritsimise vältus ei mõju takistavalt gaasiklapi järsule avamisele, sest aktseleratsioonpumba kolb pole mehaaniliselt seotud gaasiklapiga. Muus osas ühtib see seade joonisel 332 toodud aktseleratsioonpumba töötamisega.



Joon. 335. Aktseleratsioonpumba seadmise moodus suvistele ja talvistele töötamistingimustele.
1 — aktseleratsioonpumba kolvi varras, 2 — ava ühendamiseks talvistes töötamistingimustes, 3 — ava ühendamiseks suvistes töötamistingimustes.

Toodud kahes näites on karburaatoril aktseleratsioonkütuse segukoonusesse pritsimiseks ette nähtud eraldi pihusti, nn. kiirenduspihusti. Joonisel 334 toodud karburaatori aktseleratsioonpumbaseadmel toimub aga aktseleratsioonkütuse juurdeandmine peapihusti kaudu. Siin toodud aktseleratsioonpumbaseade erineb veel eelmistest sellega, et see on konstruktiivselt kokku ehitatud ökonomaiseriga, sest gaasiklapi täiel avamisel satub aktseleratsioonpumba kolb vastu nõelklapi 4 varrast, avades sellega lisakütusele pääsu läbi kalibreeritud ava 8 ujukiruumist peapihustisse. Teiseks erinevuseks on veel see, et aktseleratsioonpumba kolvil on ümberringi tehtud mõned lõhekesed 3, mis võimaldavad kütusele kolvi aeglasel allaliikumisel, gaasiklapi aeglasel avamisel, pääsu kolvi ja silindriseina vahelt ülespoole kolbi. Seega ei paiska aktseleratsioonpump gaasiklapi aeglasel avamisel, kus küttesegu rikastamist pole vaja, asjatult aktseleratsioonkütust küttesegusse. Gaasiklapi järsul avamisel ei suuda aga aktseleratsioonpumba silindris olev kütus kolvi kiirel allaliikumisel läbi kolvi lõhekeste ära valguda ning see surutakse läbi nõelaklapi 4, seda oma survega avades, peapihusti kaudu küttesegusse. Ökonomaiseri kalibreeritud ava 8 täidab siin osaliselt sama ülesannet, mis aktseleratsioonpumba kolvil ettenähtud lõhekesed. Aktseleratsioonkütus avab oma survega nõelklapi varem, kui kolb seda mehaaniliselt avab. Aktseleratsioonpump on hoovastiku kaudu seotud karburaatori gaasiklapiga, seega toimub selle tegevusse rakendamine mehaaniliselt. Tähelepanu vääriv on siin hea aktseleratsioonkütuse sissepritsimise välte pikenemine, mida võimaldab vedru 6. Pumba kolb 2 surutakse alla gaasiklapi avamisel hoovastiku 9 poolt pinetatud vedru 6 kaudu. Seega kolb 2 ei liigu alla samal määral kui varras 9, sest pumba silindrist nõelklapi 4 kaudu väljasurutav kütus avaldab sellele takistust ning vedru 6 surutakse kokku. See kutsub esile aktseleratsioonkütuse sissepritsimise välte pikenemise, millele omalt poolt aitab veel kaasa asjaolu, et kokkusurutud vedru 6 tõukab kolvi 2 allapoole veel peale seda, kui gaasiklapp on määratud suuruseni avatud, pikendades ka seega sissepritsimise väldet. Seade töötab ühtlasi ka ökonomaiserina.

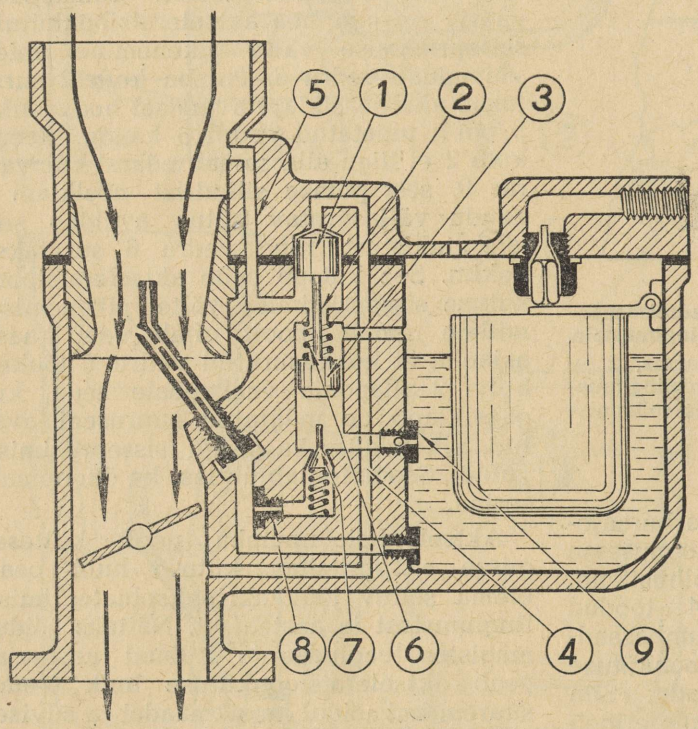
Aktseleratsioonpumba poolt küttesegusse sissepritsitav kütuse hulk peab olema sõltuv jõuvankri ekspluateerimise tingimustest ja aastaajast. Näiteks sõidul mägistes teeoludes ja külmal aastaajal peab aktseleratsioonkütuse hulk olema suurem kui sõidul lausikmaadel ja suvisel aastaajal. Selleks on aktseleratsioonpumba kolvikäik seatud reguleeritavana. Näiteks joonisel 334 karburaatori aktseleratsioonpumbaseadmel toimub see varda 9 ümberpaigutamisega gaasiklapi hoova 7 aukudes. Sellega muutub kolvikäik kas lühemaks või pikemaks. Joonisel 335 toodud karburaatori aktseleratsioonpumbal saavutatakse sama pumba varda ümberpaigutamisega ühendusse kas ühe või teise äärmise auguga gaasi-

klapiga seotud hoovas. Keskmist auku on sobiv kasutada keskmistes sõidutingimustes, näiteks kevadel ja sügisel.

Eespool nimetasime, et karburaatori aktseleratsioonpumbaseadet võib rakendada tegevusse ka pneumaatiliselt, kasutades selleks ees- ja mootori pool gaasiklappi olevat hõrenduse vahet. Joonisel 336 on toodud näitena selline karburaatori aktseleratsioonpumbaseade.

Siin koosneb seade kahest kolvist 1 ja 3, mis on omavahel ühendatud vardaga 2. Kumbki kolb liigub eraldi silindris. Kolvi 1 silinder on ülalpool kanali 4 kaudu ühenduses karburaatori segutoruga mootori pool gaasiklappi ja allpool kolvi kanali 5 kaudu õhutoruga eespool gaasiklappi. Järsul gaasiklapi avamisel kaob hõrendus kanalis 4, millega hoiti kolb 1 oma äärmises ülemises asendis, ning vedru 6 surub kolvi 3 alla, millega paisatakse alumises silindris olev aktseleratsioonkütus läbi nõelklapi 7 ja kalibreeritud ava 8 peapihusti kaudu karburaatori seguruumi. Pumba imemisklapina on ette nähtud kuulklapp 9, mille kaudu kütus imetakse pumba silindrisse ujukiruumist.

Sellega oleks lühidalt käsitletud kõik seadmed, millega karburaatorite ehitamise arengu jooksul on algul nimetatud elementaarkarburaatori puudused kõrvaldatud, seda täiendatud ja viimistletud, nii et karburaatorid oma praeguses täiuslikkuses suudavad rahuldada neid nõudeid, mida meile panevad kaasaja mootorite ehitajad. Käsitleme veel lühidalt mõningaid karburaatorite konstruktiivseid erinevusi.



Joon. 336. Pneumaatiliselt rakenduv aktseleratsioonpumbaseade.

1 — aktseleratsioonpumba kolb selle tegevusse rakendamiseks pneumaatiliselt, 2 — kolvivarras, 3 — aktseleratsioonpumba kolb kütuse edasiandmiseks, 4 — kanal aktseleratsioonpumba ülemise silindri ühendamiseks karburaatori segutoruga mootori pool gaasiklappi, 5 — kanal aktseleratsioonpumba ülemise silindri ühendamiseks karburaatori õhutoruga, 6 — aktseleratsioonpumba kolvivedru, 7 — surveklapp, 8 — ökonomaiseriseadme kalibreeritud ava nippel, 9 — imemisklapp.

KARBURAATORITE KONSTRUKTIIVSEID ERINEVUSI

Oma konstruktiivsete erinevuste poolest võib karburaatorid jagada:

1) karburaatori õhutoru asendi suhtes:
   a) ülesvoolu-karburaatorid;
   b) allavoolu-karburaatorid;
   c) horisontaalvoolu-karburaatorid.

2) ujukiruumi asetuse suhtes:
   a) ujukiruumi külgasetus;
   b) ujukiruumi ringasetus;

3) ujukiruumi ühendamise suhtes välisõhuga:
   a) tasakaalustamata;
   b) tasakaalustatud.

Käsitleme lühidalt neid erinevusi (joon. 337).

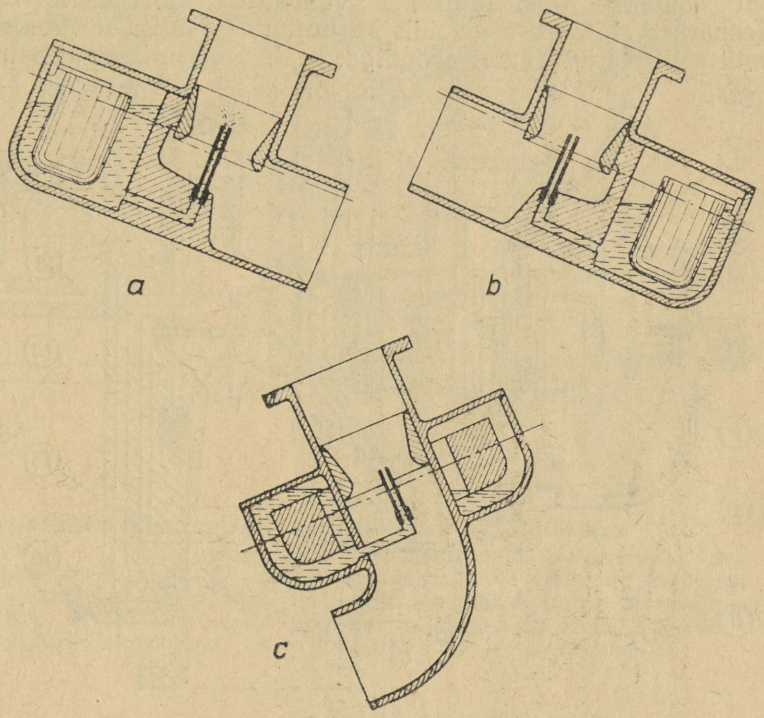
Karburaatori õhutoru asend ei mõjuta karburaatori põhimõttelist töötamist, vaid ainult selle ühendamisviisi mootoriga. Siin on just allavoolu-karburaatorid viimasel ajal rohkesti poolehoidu võitnud, kuna seni kasutati peamiselt ülesvoolu-karburaatoreid. Horisontaalvoolu-karburaatoreid kasutatakse jõuvankritel ainult seal, kus see on tingitud konstruktiivsetest oludest. Horisontaalvoolu-karburaatoreid kasutatakse rohkesti mootorrattail.

Allavoolu-karburaatorite eelistamine on tingitud mitmetest asjaoludest, millistest peamised on:

1. Väiksem küttesegu voolu takistus mootorisse imemisel, sest küttesegu langeb oma raskusega imemissuunas; see annab suuremat mootori täiteastet, seega mootori võimsuse tõusu, võrreldes samal mootoril ülesvoolu-karburaatoriga.

2. Võimaldab kütuse head pihustumist ka vähematel õhu läbivoolu kiirustel läbi karburaatori seguruumi, mille tõttu võib valida suurema läbimõõduga karburaatori segukoonust. Ka see vähendab õhu läbivoolu takistusi, mistõttu tõuseb mootori võimsus.

3. Karburaatori asetusel mootorist kõrgemal imetakse mootorisse läbi karburaatori enam tolmuvaba õhku. See on eriti oluline mootorratastel, maastikuautodel ja võidusõiduautodel, kus karburaator on ühtlasi paremini kaitstud pori ja vee pritsimise eest.



Joon. 337. Ujukiruumi asendi mõju küttesegu koostisele.
a — ujukiruum eespool karburaatori õhutoru, b — ujukiruum tagapool karburaatori õhutoru, *c* — ujukiruum ümber karburaatori õhutoru.

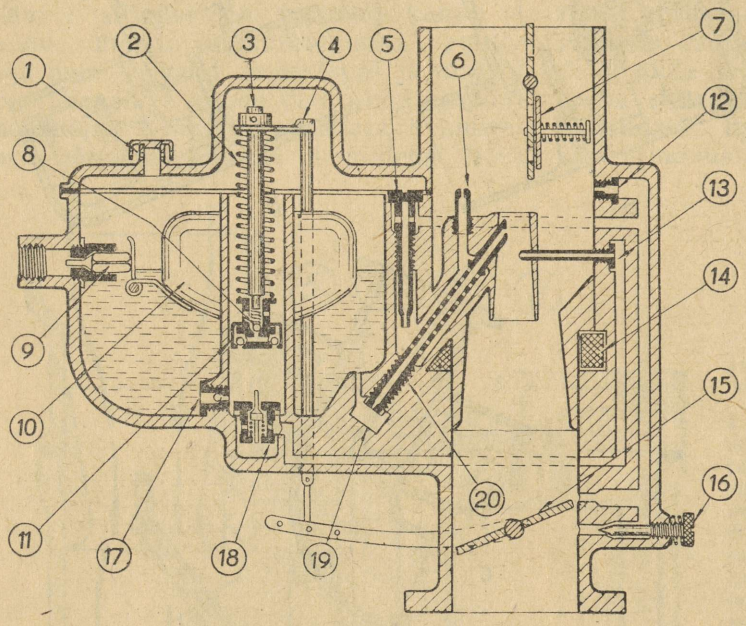
4. Võimaldab paremat ülevaadet ja juurdepääsu reguleerimiseks, puhastamiseks ja rikete kõrvaldamiseks.

5. Karburaator asetseb mootorist eralduvas soojas õhuvooluses ja kiirgamissoojuses, seepärast võib siin sageli loobuda küttesegu eelsoojendamisest, mis ülesvoolu-karburaatorite juures on vajalik. See väldib kütuse sadestumist küttesegust karburaatori seintega kokku puutumisel.

Allavoolu-karburaatori puuduseks võiks nimetada vedela kütuse sattumist mootori silindritesse õhupiiramisklapi liigsel kasutamisel, kus ta peseb silindriseintelt õli maha ja satub mootori karterisse, veeldades seal mootoriõli.

Karburaatori ujukiruumi asetus ees- või tagapool õhutoru, arvestades jõu-

vankri sõidusuunda, omab tähtsust mäest üles- ja allasõidul. Joonisel 337 *a* on toodud karburaator, mille ujukiruum asetseb eespool õhutoru, arvestades jõuvankri liikumise suunda, ning joonisel 337 *b* karburaator, mille ujukiruum asetseb tagapool õhutoru. Nagu jooniselt selgub, tekib karburaatoril ujukiruumiga eespool õhutoru küttesegu rikastumine mäest ülessõidul, mida ongi vaja, kuna mootorilt nõutakse siis suuremat võimsust. Seepärast ehitatakse enamik karburaatoreid sellise ujukiruumi asendiga.



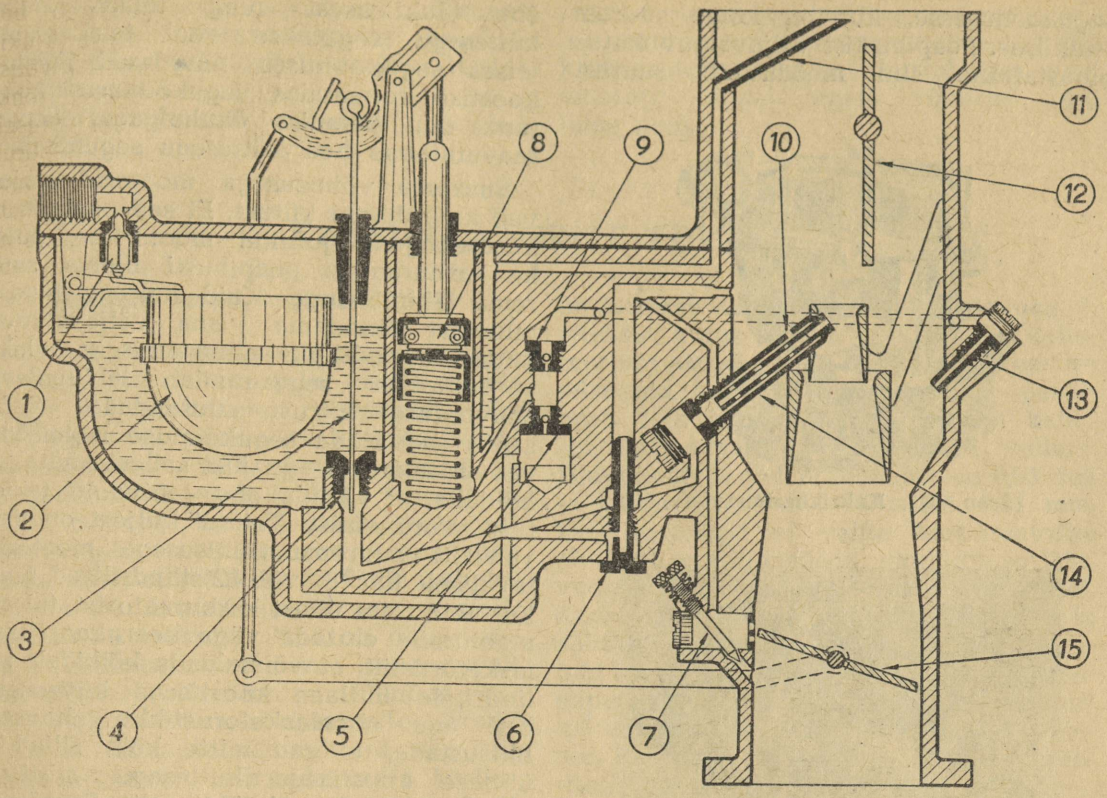
Joon. 338. Tasakaalustamata ujukiruumi ühendamise moodus välisõhuga.

1 — ujukiruumi õhuava, 2 — aktseleratsioonpumba vedru, 3 — aktseleratsioonpumba kolvi varras, 4 — aktseleratsioonpumba hoovastik, 5 — tühikäigupihusti, 6 — peapihusti kalibreeritud pidurdusõhuava, 7 — automaatklapiga õhupiiramisklapp, 8 — aktseleratsioonkütuse hulka reguleeriv klapp, 9 — ujuki nõelklapp, 10 — ujuk, 11 — aktseleratsioonpumba kolb, 12 — tühikäigupihusti-seadme kalibreeritud pidurdusõhu ava, 13 — segurikastuskütuse pihusti, 14 — soojusisolatsioonirõngas, 15 — gaasiklapp, 16 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 17 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 18 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 19 — peapihusti kalibreeritud ava, 20 — peapihusti.

Mootoritel, mis töötavad olukorras, kus toimub asendi sagedane muutumine, näiteks paadi-bensiinimootoritel, lennukimootoritel jne., kasutatakse rõngakujulist ujukiruumi (joon. 337 *c*), kus kütuse nivoo pihustis jääb muutumatuks igasuguse karburaatori asendi juures. Rõngakujulise ujukiruumiga karburaatoreid kasutatakse ka jõuvankreil, eriti maastikuautodel. Rõngakujuline ujukiruum asetseb ümber segukoonuse, vastavalt sellele on tehtud ka ujuk rõngakujuline.

Ujukiruumi tasakaalustamata ühendamise viisi juures välisõhuga on ujukiruum otseses ühenduses välisõhuga tavaliselt ujukiruumi kaanes oleva ava kaudu (joon. 338). Sel viisil on see puudus, et küttesegu koostis rikastub, kui karburaatorisse imetava õhuvoolu takistus suureneb, näiteks õhupuhasti ummistumisel õhust väljaeraldatud tolmu poolt, sest õhupuhasti ummistumisel suureneb hõrendus karburaatori seguruumis; ujukiruumis, mis on otseselt ühenduses välisõhuga, on aga endiselt välisõhu rõhk. Suurenenud rõhkude vahe tõttu tõuseb kütuse nivoo pihustis, pihustist valgub enam kütust küttesegusse, mille tulemusena küttesegu rikastub. Sama juhtub, näiteks, kui karburaator on reguleeritud või pihustite suurus valitud sobivana töötamiseks ilma õhupuhastita ning lisatakse töötamisel juurde õhupuhasti. Õhupuhasti kasutamisele võtmine eeldab tingimata karburaatori ümberreguleerimist vaesemale segule või pihustite vahetamist vähemamõõteliste vastu.

Selle puuduse vältimiseks ei ühendata sageli ujukiruumi otseselt välisõhuga, vaid eritoru või kanali kaudu karburaatori õhutoruga eespool õhupiiramisklappi (joon. 339). Seda ehitusviisi nimetatakse tasakaalustatud ujukiruumi ühendamise viisiks välisõhuga. Sel puhul peab karburaatori ujukiruum olema õhukindlalt suletav. Siin ei põhjusta karburaatorisse imetava õhuvooluse takistuse suurenemine küttesegu rikastumist, sest ujukiruumis toimub sama hõrenduse muutumine kui karburaatori õhutorus. Sel viisil on veel see paremus, et ujukiruumi ei pääse mitte tolmune välisõhk, vaid õhupuhastit läbinud tolmuvaba õhk. Selliseid karburaatoreid kasutatakse näiteks

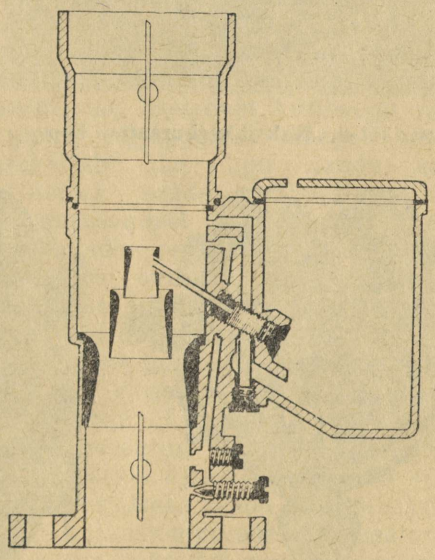


Joon. 339. Tasakaalustatud ujukiruumi ühendamise moodus välisõhuga.
1 — ujuki nõelklapp, 2 — ujuk, 3 — kalibreeritud nõel, 4 — peapihusti kalibreeritud ava nippel, 5 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 6 — tühikäigupihusti, 7 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 8 — aktseleratsioonpump, 9 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 10 — peapihusti pidurdusõhu ava, 11 — ujukiruumi õhurõhu tasakaalustustoru, 12 — õhupiiramisklapp, 13 — segurikastuspihusti, 14 — peapihusti, 15 — gaasiklapp.

kompressor-mootoreil, kus küttesegu juurdeandmine toimub rõhu all.

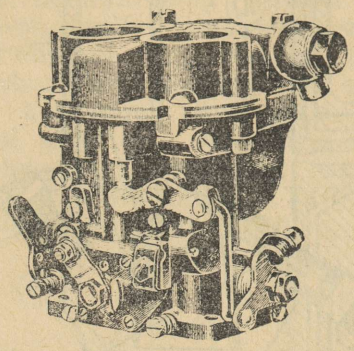
Karburaatori korralik töötamine sõltub ka suurel määral segukoonuse õigest läbimõõdust, sest see määrab hõrenduse määra pihustite suudmetes. Mootori hea täiteastme saavutamiseks peab segukoonus olema võimalikult suure läbimõõduga, mis moodustab vähema õhutakistuse. Aeglasematel mootoripööretel ei teki aga suure läbimõõduga segukoonuses küllaldast õhu läbivoolu kiirust vajaliku hõrenduse saamiseks, mille tõttu ei teki tarviliku koostisega küttesegu. Seepärast valitakse segukoonuse läbimõõt vastavalt mootori töötamisele osalisel koormusel.

Et saavutada paremat kütuse pihustumist ja õhuga segunemist, ehitatakse karburaatorid kahe- või kolmekordsete segukoonustega (joon. 340). Peapihusti ulatub oma suudmega kõige väiksemasse

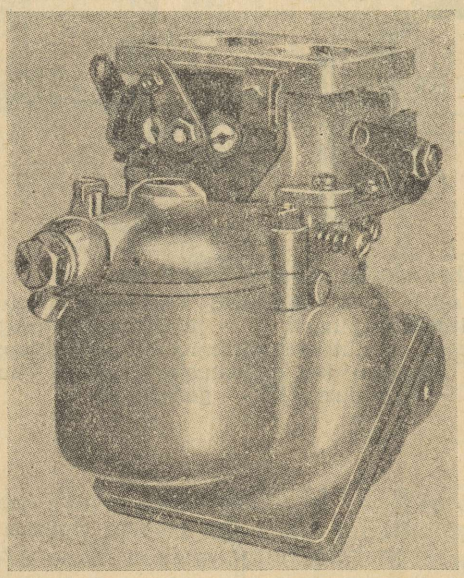


Joon. 340. Kolmekordne segukoonus.

segukoonusesse, kus on kõige suurem õhukiirus. Peapihustist väljavalguv kütus pihustatakse siin mööduvast suurest õhuvoolukiirusest ning tekkiv rikas küttesegu segatakse veel teiskordselt teises segukoonuses, ning saab lõpliku koostise kolmandas segukoonuses, kohtudes siin peamise õhuhulgaga. Seega saavutatakse hea küttesegu segunemine.

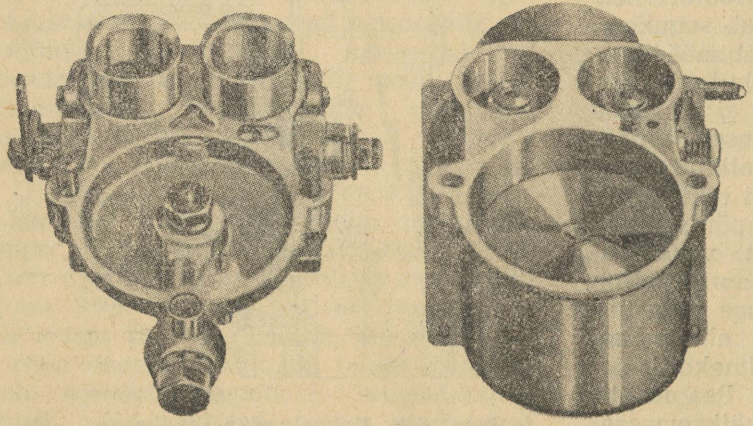


Joon. 341. Kaksikkarburaator.



Joon. 341-a. Kaksikkarburaator koos.

Suurema võimsusega mootorid vajavad ka rohkem kütust. Et seda suuremat kütusekogust juhtida mootorisse, peab ka karburaatori peapihusti olema suurema läbimõõduga. Kuid suuremast peapihustist jämedama joana väljavalguva kütuse korralikuks pihustamiseks tuleks karburaatori seguruumist läbivoolava õhuvooluse kiirust suurendada. Seda saaks saavutada segukoonuse läbimõõdu vähendamisega, aga just sellest püütakse hoiduda, et vältida õhu läbivoolu takistuse suurenemist. Teisest küljest on jõuvankrite suurema võimsusega mootorid tavaliselt kas 8- või 12-silindrilised ning kui neid toita ühest karburaatorist, tuleks mootoreile ehitada väga keerukas sisselasketorustik, et võimaldada kõikidele silindritele ühtlase koostisega küttesegu. Kui aga sisselasketorustikku ehituselt lihtsustada, ei saa mitte kõik silindrid ühtlase koostisega küttesegu, mistõttu mootor töötaks ebaühtlaselt. Seepärast asetatakse mootorile kaks eraldi karburaatorit või viimasel ajal enam levinud kokkuehitatud kaksikkarburaator (joon. 341), mille üks pool toidab mootori pooled silindrid ja teine pool pooled silindrid. Sellise kaksikkarburaatori töötamise põhimõte on sama, mis ühekordsetelgi. Tavaliselt omab selline karburaator kahte eraldatud seguruumi, kahte eraldi töötavat komplekti pihustiseadmeid, kahte gaasiklappi, mis asetsevad ühisel teljel ja avatakse üheaegselt, ning ühist



Joon. 341-b. Kaksikkarburaator lahtimonteeritult.

ujukiruumi ja õhupiiramisklappi. Ökonomaiser ja aktseleratsioonpump tehakse mõnedel karburaatoritel eraldi, teistel aga ühine.

Kaksikkarburaatori mõlemad pooled peavad olema reguleeritud sünkroniseeritult, samuti kui kasutatakse kahte eraldi karburaatorit, vastasel korral üks pool mootorit annab enam võimsust kui teine pool.

KARBURAATORITE TÜÜBID

Kasutatavamad karburaatorid

Karburaatorite tüüpe on konstruktsioonilt sadu ning oleks asjatu asuda nende kõikide kirjeldamisele, seepärast piirdume ainult tüüpilisemate karburaatorite kirjeldamisega, millised on levinud ja ehitatakse Nõukogude Liidus. Samuti on toodud mõnede importautode karburaatorite kirjeldus. Siinjuures ei saa märkimata jätta, et Nõukogude Liidu autodel kasutatavad karburaatorid on eesrindliku tehnika saavutis. Nad on ökonoomsed, töötamiskindlad ja kohanduvad hästi mootori töörežiimile. Tundes eespool kirjeldatud karburaatorite üksikseadmete töötamise põhimõtteid ning tutvudes järgnevalt kirjeldatavate karburaatoritüüpidega võib igaüks ise jõuda selgusele ükskõik missuguse konstruktiivse erinevusega karburaatoritüübiga.

Järgnevalt olgu kirjeldatud alljärgnevate enamlevinud karburaatorite ehitus ja töötamine.

1 — Gaz-AA,
2 — Gaz M-1,
3 — MKZ-6,
4 — Allavoolu Zenith,
5 — Zenith 28 AV,
6 — Zis-101,
7 — Pallas,
8 — Zenith,
9 — Solex,
10 — Carter,
11 — Stromberg,
12 — MKZ-L-3,
13 — Gaz-51.

Karburaator Gaz-AA

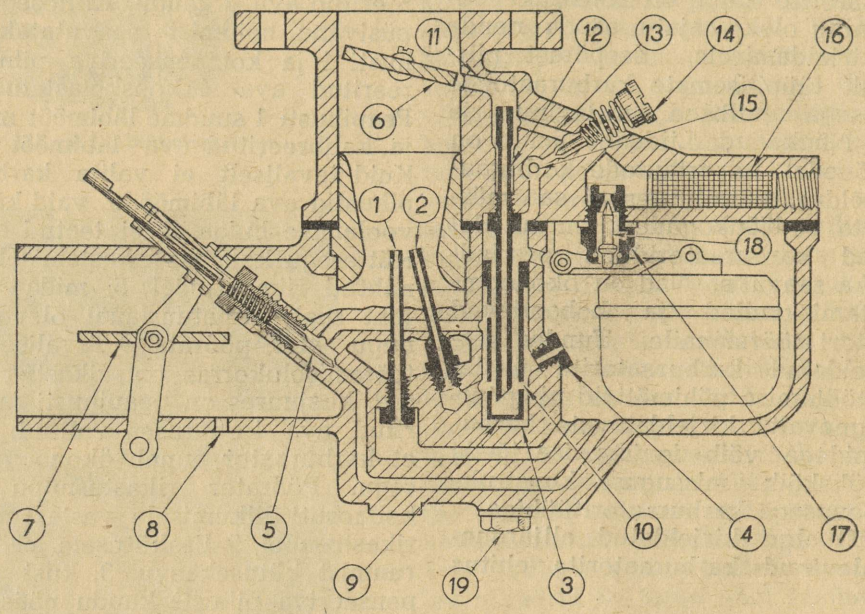
Karburaator Gaz-AA on esitatud joonisel 342 ja kasutatakse samanimelistel veoautodel.

Kütuse juurdeandmine toimub peapihusti 1 ja kompenseeriva pihusti 2 kaudu. Peapihusti on otseses ühenduses ujukiruumiga. Kompenseeriv pihusti 2 on otseses ühenduses kütusekaevuga 3, millesse kütus pääseb ujukiruumist kalibreeritud ava 4 kaudu. Küttesegu koostise püsivana hoidmist saavutatakse peapihusti 1 ja kompenseeriva pihusti kalibreeritud ava 4 kooskõlastatud valikul. Peapihusti 1 suudme läbimõõt on 0,93 mm ja kalibreeritud ava läbimõõt 0,91 mm. Kuid tavaliselt ei valita karburaatorite pihustid ava läbimõõdu, vaid kütuse läbivoolamise hulga järgi teatud aja vältel. Küttesegu koostise rikastamiseks on ette nähtud rikastusnõel 5, mida jõuvankrijuht saab armatuurlaual oleva rikastusnupu abil pöörata. Tavalises mootori töötamisolukorras on rikastusnõel suletud, kusjuures on peapihusti ja kalibreeritud ava 4 suurused valitud sellistena, et karburaator annab ökonoomset küttesegu. Pöörates rikastusnupu ½ keeru kellaosuti liikumisele vastassuunas avab rikastusnõel 5 lisakütusele pääsu ujukiruumist kütusekaevu 3, kust see kompenseeriva pihusti kaudu pääseb karburaatori seguruumi.

Küttesegu rikastamiseks mootori käivitamisel omab karburaator õhupiiramisklappi 7, mida jõuvankrijuht saab kas osaliselt või täielikult sulgeda, tõmmates armatuurlaual asetsevat küttesegu rikastusnuppu väljapoole. Seega käsitab jõuvankrijuht ühe nupu kaudu kahte karburaatori seadet. Õhupiiramisklapi liigsel kasutamisel väljavalguva kütuse äravoolamiseks on karburaatori õhutoru alumises osas ava 8. Küttesegu koostise vaesestumise vältimiseks gaasiklapi järsul avamisel on küllaldane kütusekaevus 3 olev kütuse hulk, mis paiskub gaasiklapi järsul avamisel tekkiva tugevama imemise tõttu kompenseeriva pihusti kaudu karburaatori seguruumi. Et gaasiklapi täielikul lahtiolekul suurima võimsuse saavutamiseks saada jõurikast küttesegu, on kütusekaevu asetatud lisatoruke 9, milles on kaks 0,8 mm läbimõõduga avakest 10. Selle torukese tõttu pole kü-

tusekaev mitte otseselt ühenduses välisõhuga, vaid avakeste 10 kaudu. Kuna need avad on väikesed, ei võimalda nad välisõhule juurdepääsu sellevõrra, kui kompenseeriva pihusti kaudu karburaatori seguruumis valitseva hõrenduse tõttu ära imetakse. Seega on kütusekaevus, mis gaasiklapi täiesti avatud olukorras on kütusest tühi, väike hõrendus, kuid selle hõrenduse tõttu imetakse kar-

13, suubudes läbi kütusekaevu ülemise osa, mis on ühenduses välisõhuga. Tühikäigupihusti pidurdusõhk puutub kokku kalibreeritud avast väljuva kütusega, pihustab seda ning, moodustades sellega emulsiooni, pääseb tühikäigupihusti suudme 11 kaudu karburaatori segutorusse, kus see, puutudes kokku peaaegu suletud gaasiklapi vahelt läbivalguva õhuvoolusega, moodustab tühikäigu kütte-



Joon. 342. Karburaator Gaz-AA.

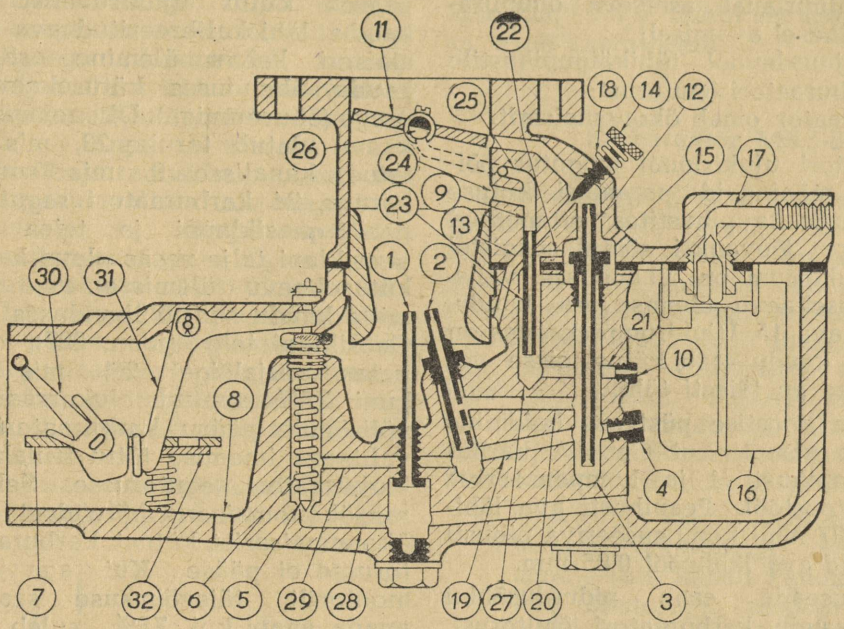
1 — peapihusti, 2 — kompenseeriv pihusti, 3 — kütusekaev, 4 — kalibreeritud ava nippel, 5 — küttesegu rikastamisnõel, 6 — gaasiklapp, 7 — õhupiiramisklapp, 8 — pihustitest väljavalgunud liigse kütuse väljavalgumisava, 9 — lisatoru kütusekaevus, 10 — pidurdusõhu juurdepääsuava kütusekaevu, 11 — tühikäigupihusti suue, 12 — tühikäigupihusti toru, 13 — pidurdusõhu kanal, 14 — tühikäigu reguleerimiskruvi, 15 — ava õhu pääsuks kütusekaevu ja ujukiruumi, 16 — torusõelfilter, 17 — ujuki nõelapesa, 18 — ujukinõel, 19 — karburaatori koostmonteerimise kruvi.

buraatori ujukiruumist enam kütust läbi kalibreeritud ava 4, mis olles lisaks kompenseerivale kütusehulgale, rikastab küttesegu. Seega täidab toruke 9 oma kahe väikese ava 10 abil ökonomaiseri ülesannet.

Tühikäigul töötamiseks omab karburaator tühikäigupihustit suudmega 11 gaasiklapi kohal, mis saab tühikäigutorukese 12 kaudu kütust kütusekaevust. Tühikäigutorukese 12 otsas on kalibreeritud ava 0,65 m läbimõõduga. Pidurdusõhk pääseb tühikäigupihustisse kanalist segu. Pidurdusõhu hulka saab reguleerida tühikäigu reguleerimiskruvi 14 abil. Kruvi 14 väljakeeramisel tühikäigu küttesegu vaesestub, sest pihustisse pääseb rohkem õhku. Tühikäigu reguleerimiskruvi tuleb reguleerida kooskõlastatult gaasiklapi asendi piirdekruvi reguleerimisega, kusjuures gaasiklapi asendi piirdekruvi reguleerimisega määratakse küttesegu hulka, mida mootor saab tühikäigul, seega sõltub sellest mootori tühikäigupöörete arv. Tühikäigu reguleerimiskruviga reguleeritakse kütuse koos-

tist gaasiklapi asendiga määratud tühikäigu pööretel. Tavaliselt on küllaldane tühikäigu reguleerimiskruvi 1¾ lahtioleku pööret. Gaasiklapi pideval avamisel lakkab tegevusest tühikäigupihusti ja alustab tegevust pea- ja kompenseeriv pihusti.

Karburaator on valatud malmist ning koosneb kahest poolest. Pealmise poole segutoru küljes oleva kinnitusääriku abil kinnitatakse karburaator mootori sisselasketoru külge. Karburaatori alumine pool ühes pihustitega ja ujukiga on hõlpsasti demonteeritav, sest see on kinnitatud vaid ühe, keskel oleva poldiga, mis on altpoolt keeratav. See võimaldab hõlpsat juurdepääsu karburaatori puhastamiseks. Ujukiruum on ühenduses välisõhuga ava 15 kaudu, mis suubub kütusekaevu ülemisse ossa. Kütus pääseb ujukiruumi, läbides õhukest vaksõelast torufiltrit 16. Torufilter on hõlbus puhastamiseks välja võtta. Kütuse nivood ujukiruumis saab reguleerida nõelklapipesa 17 alla pandava tihendusseibi paksusega.



Joon. 343. Karburaator Gaz M-1.

1 — peapihusti, 2 — kompenseeriv pihusti, 3 — kütusekaev, 4 — kalibreeritud ava nippel, 5 — segurikastusnõel, 6 — segurikastusnõela vedru, 7 — õhupiiramisklapp, 8 — pihustitest väljavalgunud kütuse äravooluava, 9 — ökonomaiseri kanal, 10 — segurikastuskütuse kalibreeritud ava nippel, 11 — gaasiklapp, 12 — tühikäigupihusti toru, 13 — pidurdusõhu kanal, 14 — tühikäigu reguleerimiskruvi, 15 — ava õhu pääsuks kütusekaevu ja ujukiruumi, 16 — ujuk, 17 — kütuse sissevooluava, 18 — tühikäigu reguleerimiskruvi vedru, 19 — alumine kanal kütuse pääsuks kompenseeriva pihusti juurde, 20 — ülemine kanal kütuse pääsuks kompenseeriva pihusti juurde, 21 — kanal segurikastuskütuse pääsuks ökonomaiseri kaevu. 22 — kanal õhu pääsuks ökonomaiseri kaevu, 23 — ökonomaiseri kütusekaevu toru, 24 — ökonomaiseri suue segutorus, 25 — gaasiklapi telje väljalõikesse suunduv kanal, 26 — väljalõige gaasiklapi teljes, 27 — ökonomaiseri kaev, 28 — kanal kütuse pääsuks segurikastusnõela juurde, 29 — kanal kütuse pääsuks segurikastusnõelalt kompenseerivasse pihustisse, 30 — õhupiiramisklapi hoob, 31 — segurikastusnõela harkhoob, 32 — õhupiiramisklapi automaatklapp.

Karburaator Gaz M-1

Karburaator Gaz M-1 kasutatakse samanimelistel sõiduautodel ja osaliselt veoautodel Gaz-AA. See sarnaneb üldjoontes eespool käsitatud karburaatoriga Gaz-AA, kuid omab mõningaid erinevusi, mis on määratud selle töötamise parendamiseks. Nagu joonisel 343 toodud

Gaz M-1 karburaatori skeemist selgub, on siin peamised muudatused järgmised:

1) karburaatori ujukiruum on paigutatud põigiti;
2) õhupiiramisklapp omab automaatklappi;
3) kütuse juurdeandmine kompenseerivale pihustile kütusekaevust toimub kahe kanali kaudu;
4) küttesegu rikastusnõel astub tegevusse armatuurlaual asetseva õhupiiramisnupu vähesel avamisel;
5) õhu juurdevool tühikäigupihustile toimub karburaatori õhutorust;
6) karburaator omab ökonomaiserit.

Karburaatori ujukiruumi paigutus põigiti annab mõningaid paremusi kütuse nivoo hoidmiseks pihustites ettenähtud kõrgusel ka jõuvankri sõidul mägistel teedel. Ujukiruum on ühenduses välisõhuga kütusekaevu ülemise osa kaudu, kus on õhuava 15. Ujukiruumi kaanes on kork, mille kaudu saab kütust sisse valada, kui see on täiesti tühi.

Küttesegu koostise püsivuse hoidmine toimub siin samuti kui Gaz-AA karburaatoril peapihusti 1 ja kompenseeriva pihusti 2 koostööl. Peapihusti ava läbimõõt on 0,87 mm, kompenseeriva pihusti kalibreeritud ava läbimõõt 0,85 mm.

Tühikäiguseade saab pidurdusõhku kanali 13 kaudu karburaatori õhutorust. Pidurdusõhu juurdevool on reguleeritav tühikäiguküttesegu reguleerimiskruvi 14 abil. Tühikäigu reguleerimiskruvi all on vedru 18, mis takistab reguleerimiskruvi ärapöördumist oma asendist. Tavaliselt on küllaldane tühikäigu reguleerimiskruvi 1,5—2 lahtioleku pööret. Kütuse juurdevool tühikäigupihustisse toimub kütusekaevust 3 tühikäigupihusti toru 12 kaudu, millel on kalibreeritud ava läbimõõduga 0,65 mm. Tühikäigukanali suudmel on vertikaalne pilu, mis võimaldab sujuvamat üleminekut tühikäigult osalise koormuse pööretele.

Kütuse juurdeandmine ujukiruumist kütusekaevu toimub kompenseeriva pihusti kalibreeritud ava kaudu. Kütuse edasiandmine kütusekaevust kompenseerivale pihustile toimub kahe kanali 19 ja 20 kaudu. Järsul gaasiklapi avamisel aeglastel pööretel võimaldavad kaks kanalit kiiremat kütuse pääsu kütusekaevust kompenseerivasse pihustisse küttesegu rikastamiseks, see aitab kaasa paremale aktselereerimisele. Osalisel koormusel, kus ainult alumise kanali 19 kaudu valgub kütust kütusekaevust kompenseerivasse pihustisse, valgub läbi ülemise kanali 20 õhk, mis aitab kaasa küttesegu paremale emulgeerimisele.

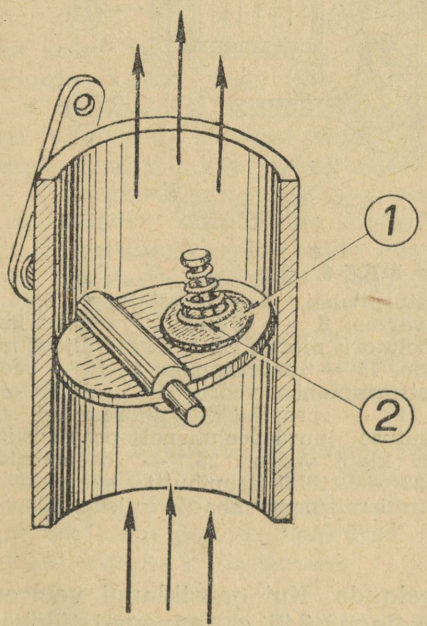
Töötades täiskoormusel, kus on vajalik jõurikas küttesegu, astub tegevusse ökonomaiser 9. Ökonomaiseri kaevu 27 pääseb kütus ujukiruumist kanali 21 kaudu, läbi kalibreeritud ava 10. Ökonomaiseri kaevu ülemine osa on ava 22 kaudu ühenduses kütusekaevu ülemise osaga (õhuruumiga). Ökonomaiseri kütusekaevu ulatub toruke 23, mis on kinnitatud kanalisse 9, mis suundub ühe haruga 24 karburaatori segutorusse allpool gaasiklappi ja teise haruga 25 gaasiklapi telje pesas oleva kanali kaudu kütusekaevu ülemisse ossa (õhuruum), mille kaudu see on ühenduses välisõhuga. Gaasiklapi telg (joon. 327) omab oma pesas väljalõiget 26, mis gaasiklapi kuni 75% avatud olukorras võimaldab välisõhule pääsu karburaatori segutorus valitseva imemise tõttu kanali 25 kaudu karburaatori segutorusse. Selles olukorras ökonomaiseris hõrendust ei ole ning ökonomaiserist kütust karburaatori segutorusse ei pääse. Kui aga gaasiklappi mootorilt täisvõimsuse saavutamiseks avada enam kui 75%, suleb gaasiklapi telg gaasiklapi telje pesas oleva kanali, millega katkeb välisõhu vool selle kaudu ökonomaiserisse. Ökonomaiseris tekib sama hõrendus, kui karburaatori segutorus, ning ökonomaiseri kütusekaevust 27 imetakse kütus kanali 24 kaudu karburaatori segutorusse, kus see rikastab küttesegu. Kui ökonomaiseri kaev on tühjaks imetud, annab ökonomaiser küttesegusse emulsiooni, mis tekib kalibreeritud avast 10 valguva kütuse ja õhuavast 22 tuleva õhuvooluse segunemisel. Ökonomaiseri kalibreeritud ava 10 suurus määrab kütuse rikastamise määra ökonomaiseri poolt. Tavaliselt on selle ava läbimõõt 1,05 mm.

Rikka küttesegu koostise saamiseks käivitamise või eriti raskes töötamisolukorras omab karburaator Gaz M-1 õhupiiramisklappi 7 ja segurikastamisnõela 5. Segurikastamisnõel hoitakse vedru 6 survel oma pesas. Segurikastamisnõela tõstmisel avaneb lisakütusel pääs ujukiruumist läbi kanalite 28 ja 29 kompen-

seerivasse pihustisse küttesegu rikastamiseks. Segurikastamisnõela saab jõuvankrijuht avada armatuurlaual oleva õhupiiramisklapi nupu vähese väljatõmbamisega (5—8 mm). Õhupiiramisklapi nupu vähese väljatõmbamisega õhupiiramisklapp kohe ei sulgu, sest sulgumine algab siis, kui hoob 30, mis on tõmbetrossi kaudu ühenduses armatuurlaual asetseva õhupiiramisklapi nupuga, toetub õhupiiramisklapi teljel kinnitatud kahvli harule. Õhupiiramisklapi nupu edasise väljatõmbamisega suletakse õhupiiramisklapp. Küttesegu rikastusnõel avaneb hoova 30 küljes oleva kühmu pööramisel vastu nurkhooba 31, mis tõstab nõela. Kui õhupiiramisklapi nupp täielikult välja tõmmata, on õhupiiramisklapp täiesti suletud. Et sel puhul vältida küttesegu liigset rikastumist, on õhupiiramisklapp varustatud automaatklapiga 32, mis avaneb õhupiiramisklapi kinniolekul tekkiva suure hõrenduse tõttu, avades õhule sealtkaudu pääsu karburaatori õhutorusse. Automaatklapi ärapaigutamise võimaldamiseks on õhupiiramisklapi telg asetatud klapi keskpunkti suhtes ekstsentriliselt (joon. 344).

Õhupiiramisklapi kasutamisel pihustitest väljavalgunud liigne kütus saab karburaatorist ära voolata selleks karburaatori õhutoru alumises osas ettenähtud ava 8 kaudu. Õhupiiramisklapi teljel olev spiraalvedru püüab hoida õhupiiramisklappi suletud seisukorras.

Kui mootor käivitus, lükatakse õhupiiramisklapi nupp armatuurlaual sedavõrd sisse, et õhupiiramisklapp on täiesti avatud, kuid küttesegu rikastumine toimub siiski rikastusnõela lahtioleku tõttu. Kui mootor on soojenenud, lükatakse õhupiiramisklapi nupp täielikult sisse, sulgedes ka segurikastusnõela.



Joon. 344. Automaatklapiga õhupiiramisklapp.
Automaatklapi paigutamise võimaldamiseks on klapitelg asetatud klapi keskpunkti suhtes ekstsentriliselt.
1 — automaatklapp, 2 — automaatklapi vedru.

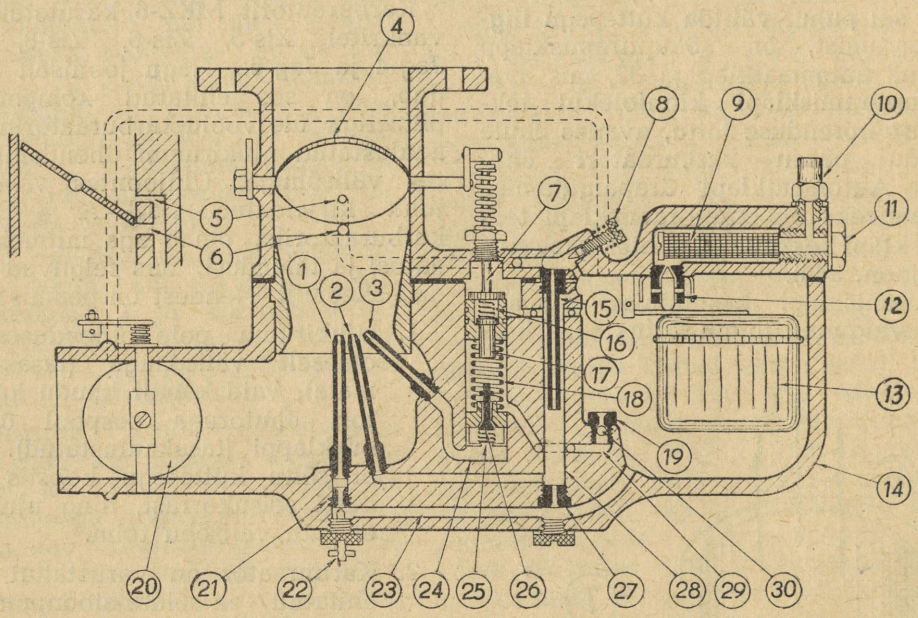
Karburaator MKZ-6

Karburaatorit MKZ-6 kasutatakse jõuvankritel Zis-5, Zis-6, Zis-8, Zis-16, Jag-4 ja Jag-6. Nagu jooniselt 345 selgub, on see ehitatud kompenseeriva pihustiga ülesvoolu-karburaatorina, tasakaalustatud ujukiruumi ühendamise suhtes välisõhuga. Üldjoontes vastab see juba kirjeldatud Gaz-AA ja Gaz M-1 karburaatorile, omab aga mitmeid muudatusi ja täiendusi, mis selguvad ka toodud skeemilt. Nendest on peamised:

1. Ujukiruum pole ühenduses mitte otseselt välisõhuga (tasakaalustamata), vaid kanali kaudu karburaatori õhutoruga eespool õhupiiramisklappi (tasakaalustatud). Seega ei sõltu küttesegu koostis õhupuhasti seisukorrast, ning ujukiruumi ei satu välisõhu tolm.
2. Karburaator on varustatud kokkuehitatud aktseleratsioonpumba ja ökonomaiseriga ning eripihustiga, nn. võimsuse pihustiga, mille kaudu aktseleratsioonpumbast ja ökonomaiserist juhitakse lisakütus küttesegu rikastamiseks karburaatori segukoonusesse.
3. Tühikäigupöörete pihusti omab kahte suuet karburaatori segutorusse. See võimaldab ühtlasemat ülemineku tühikäigupööretelt aeglastele pööretele ja osalisele koormusele.
4. Karburaatori gaasiklapi telg on asetatud paralleelselt mootoriga, seega toimub gaasiklapi avamine paralleelasendis mootoriga. See võimaldab ühtlasema koostisega küttesegu kõikidele silindritele.

5. Ujukiruumi peal oleva kütuse filtrit saab välja võtta, ilma et oleks vaja kütuse juurdevoolutoru maha võtta. See hõlbustab filtri puhastamist.
6. Osa MKZ-6 karburaatoritel on peapihusti all reguleerimisnõel, mille abil saab reguleerida peapihustisse mineva kütuse hulka. See võimaldab reguleerida küttesegu koostist vastavalt töötamisolukorra nõudele, kuid ainult vaesemaks, kui see on ette nähtud peapihusti kalibreeritud avaga.

Vajaliku koostisega küttesegu tühikäigupööretel annab tühikäiguseade. See kahe suudme 5 ja 6 kaudu, milledest üks asetseb gaasiklapi servast pealpool, teine allpool (joon. 346). Kui gaasiklapp on oma kõige kinnisemas asendis, pääseb küttesegu emulsioon karburaatori segutorusse ainult pealpoolsest suudmest (joon. 346 *a*), sest alumisest valgub õhk süudmesse, lahjendades emulsiooni koostist, mida ongi vaja, kui gaasiklapp on oma äärmises kinnisemas asendis. Kui gaasiklappi vähe avada (joon. 346 *b*), suleb see oma servaga pihusti alumise suudme. Seega valgub karburaatori segutorusse juba enam emulsiooni, mida ongi vaja, sest gaasiklapp laseb juba rohkem õhku tühikäigupihusti suuete eest



Joon. 345. Karburaator MKZ-6.

1 — peapihusti, 2 — kompenseeriv pihusti, 3 — segurikastuspihusti, 4 — gaasiklapp, 5, 6 — tühikäigupihusti suue, 7 — aktseleratsioonpumba varras, 8 — tühikäigu reguleerimiskruvi, 9 — kütuse sõelfilter, 10 — kütuse juurdevoolutoru nippel, 11 — filtri väljavõtmise ava kork, 12 — nõelklapp, 13 — ujuk, 14 — ujukiruum, 15 — tühikäigupihusti, 16 — vedru, 17 — ökonomaiseri klapi avamise kübar, 18 — aktseleratsioonpumba vedru, 19 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 20 — õhupiiramisklapp, 21 — peapihusti kalibreeritud ava, 22 — peapihusti kütusehulga reguleerimiskruvi, 23 — kütuse juurdevoolukanal peapihustisse, 24 — aktseleratsioonpumba silinder, 25 — ökonomaiseri klapi vedru, 26 — ökonomaiseri klapp, 27 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava nippel, 28 — tühikäigupihusti kaev, 29 — segurikastuskütuse juurdevalgumise kanal, 30 — aktseleratsioonpumba imemiskuulklapp.

töötab samuti ja reguleeritakse samuti kui karburaatoritel Gaz-AA ja Gaz M-1. Erineb vaid sellega, et kütus pääseb kütusekaevu samast kanalist, mille kaudu kütus juhitakse peapihustisse. Tühikäigu küttesegu pääseb karburaatori segutorusse läbi valguda. Kui gaasiklappi veel enam avada (joon. 346 *c*), annavad tühikäigupihusti mõlemad suudmed emulsiooni. Selliselt hoitakse küttesegu koostis ühtlasena gaasiklapi pideval avamisel, s. o. üleminekul tühikäigupööretelt osalise

koormuse pööreteni, ning üleminek toimub sujuvalt. Ka võimaldab see kütuse kokkuhoidu tühikäigupööretel.

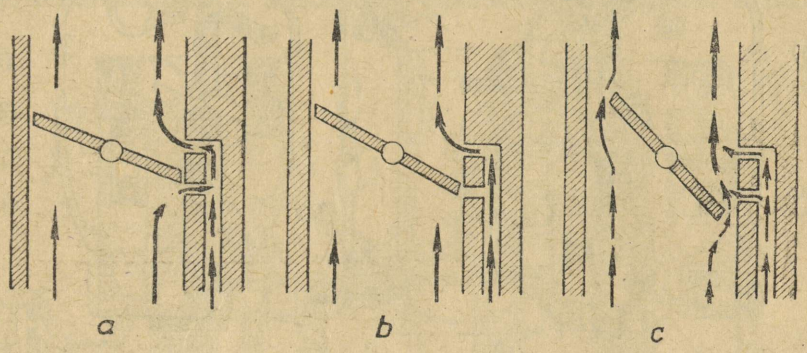
Osalisel koormatusel kindlustavad küttesegu ühtlast koostist peapihusti ja kompenseeriva pihusti koostöö. Pihustite vahekord on valitud sellisena, et karburaator annab osalisel koormatusel ökonoomset segu.

Aeglasel gaasiklapi avamisel ei suru ka aktseleratsioonpump lisakütust küttesegusse, sest seade on selliselt ehitatud, et aktseleratsioonpumba kolvi aeglasel allaliikumisel pumba imemiskuulklapp oma raskuse mõjul jääb avatuks, võimaldades osale kütusele tagasivoolu selle kaudu. Teine osa kütust valgub aktseleratsioonpumba kolvi ja silindriseina vahelt läbi pealepoole kolbi, kust see järgneval kolvi ülesliikumisel valgub läbi kütuse tagasivooluava ujukiruumi tagasi. Aktseleratsioonpumba kolvi järsul allavajutamisel, s. o. gaasiklapi järsul avamisel, avaldab silindris olev kütus tugevamat survet imemiskuulklapile, mille tõttu see sulgub, takistades kütusele tagasivoolu ujukiruumi, ning kütus surutakse läbi nõelklapi 26 ja võimsuspihusti küttesegusse. Seega annab mootori täisvõimsuse juures tarvisminevat jõurikast segu kõigi kolme pihusti koostöö.

Gaasiklapi täielikul avamisel puutub aktseleratsioonpumba kolvi alumine osa vastu nõelklappi 26 ja avab selle. Läbi avatud nõelklapi pääseb lisakütus võimsuspihusti kaudu küttesegusse — rikastades seda.

Et nõelklapi avamine ei sõltuks aktseleratsioonpumba kolvi asendist, on selle kolvi alumisse ossa pandud kübarake 17, mida vedru 16 surve hoiab väljas. Vedru 16 on tugevam kui nõelklapi vedru 25. Kui kübarake 17 kolvi allaliikumisel satub vastu nõelklappi, avab see nõelklapi ning toetub vastu nõelklapi pesa. Nüüd võib kolb veelgi allapoole liikuda, ilma et selle juures oleks vajalik nõelklapi suurem avamine, sest kübarake 17 surutakse, vedru 16 pinevust ületades, aktseleratsioonpumba kolvi sisse. Ökonomaiseri nõelklapi 26 avanemise momenti saab reguleerida aktseleratsioonpumba kolvi varre otsas oleva mutriga.

Karburaatori reguleerimiseks vaesemale segule, kui see pea- ja kompenseerivate pihustite valikuga on määratud, on osa MKZ-6 karburaatoreid varustatud peapihusti all väljastpoolt reguleeritava nõelaga 22. Reguleerimise vajadus vaesema küttesegu koostisele kerkib esile tingituna jõuvankri töötamisolukorrast, ilmastikust, välisõhu temperatuurist, välisõhu rõhust, kütuse omadustest, mootori seisukorrast jne. Kuid tuleb meeles pidada, et ka liiga vaese küttesegu töötamisel on piir, sest see põhjustab võimsuse langust, kütuse enamkulu ja mootori ülekuumenemist.



Joon. 346. Karburaatori MKZ-6 tühikäigupihusti suudme asend.

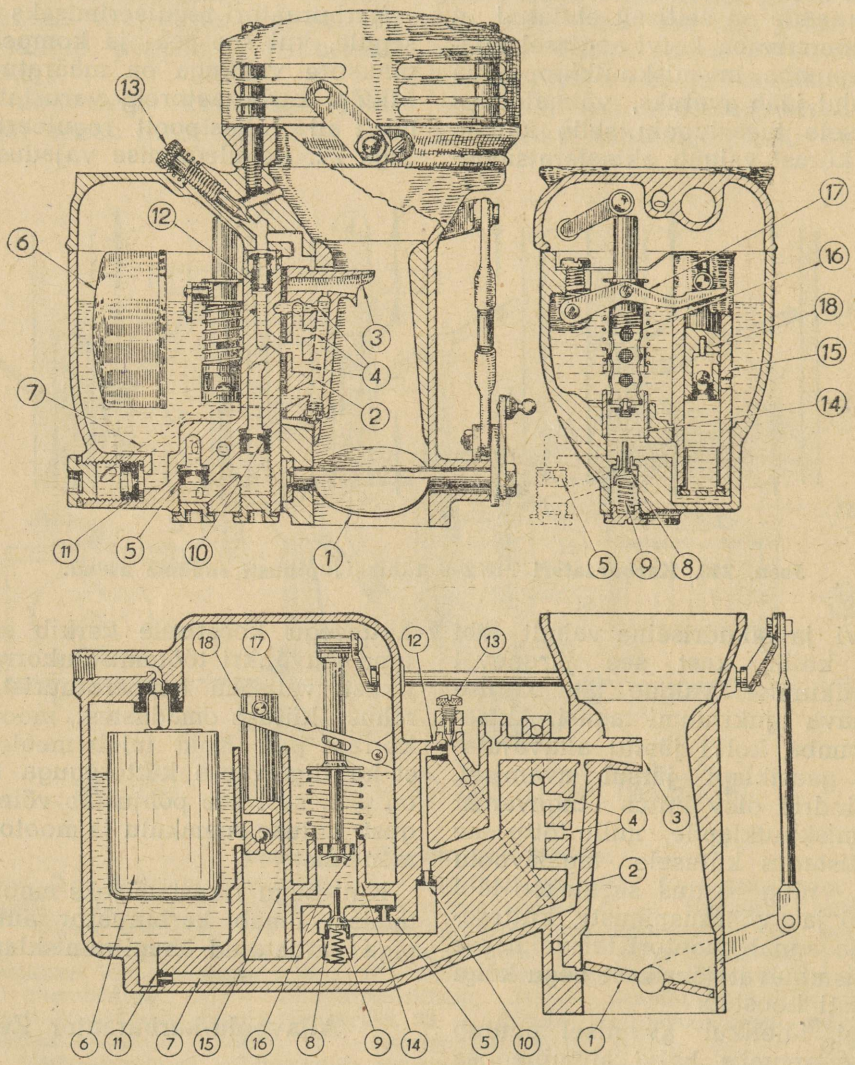
Küttesegu rikastamiseks mootori käivitamisel omab karburaator automaatklapiga varustatud õhupiiramisklappi.

Allavoolu-karburaator Zenith

Zenith-karburaatorite töötamise põhimõte ühtib kirjeldatud Gaz-AA ja Gaz M-1 karburaatorite töötamise põhimõttega. Kuna viimaste töötamine on küllalt selgitatud, olgu alljärgnevalt vaid näitena toodud Zenith-allavoolu-karburaator lõikes ja skeemina (joon. 347).

Küttesegu püsiva koostise hoidmise põhimõtet pea- ja kompenseeriva pihusti

koostööga on siingi kasutatud. Kuna allavoolu-karburaatoril suundub õhuvoolus karburaatori segutorus ülalt alla, tingib see segukoonuse pööratud asendit ja pihustite suudmetele kuju andmist, mis võimaldab pihustitest väljavalguva kütuse paremat pihustamist ülalt alla voolava õhuvooluse poolt. Siin toodud Zenith-allavoolu-karburaatori juures on see läbi viidud erilise nokakujulise emulsioonitoruga 3, mis ulatub segukoonuse keskele. Peapihustist ja kompenseerivast pihustist valgub kütus juba ettepihustatult sellesse emulsioonitorusse ja sealt kaudu karburaatori segutorusse, kus see lõplikult udustub. Karburaatori gaasiklapi allasendi tõttu peavad ka tühikäigupihusti suudmed ulatuma alla, gaasiklapi juurde. Muus osas võib karburaator konstruktsioonilt jääda samaks.



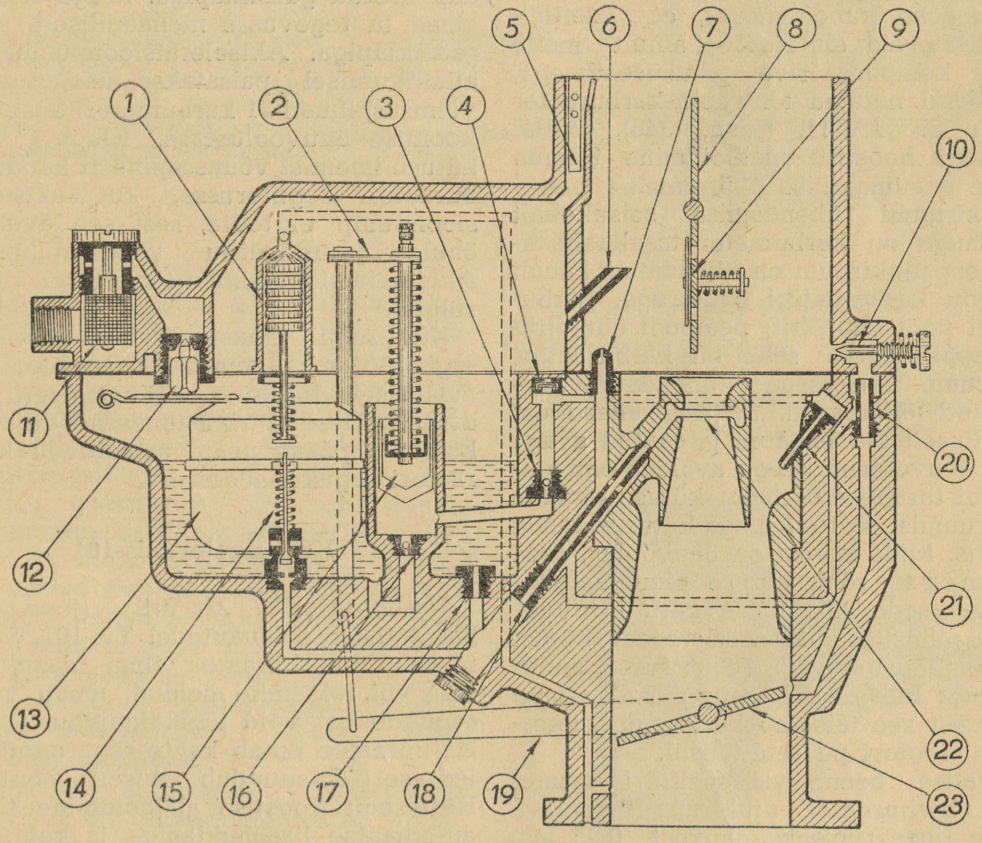
Joon. 347. Zenith-allavoolu-karburaator.
Ülal — joonisena, all — skeemina.

1 — gaasiklapp, 2 — kompenseeriv pihusti, 3 — pea- ja kompenseeriva pihusti suue, 4 — pidurdusõhu juurdepääsu avad kompenseerivasse pihustisse, 5 — peapihusti kalibreeritud ava, 6 — ujuk, 7 — kompenseeriva kütusekanal, 8 — ökonomaiseri nõelklapp, 9 — ökonomaiseri nõelklapi vedru, 10 — segurikastuskütuse kalibreeritud ava nippel, 11 — kompenseeriva pihusti kalibreeritud ava nippel, 12 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava nippel, 13 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 14 — esimese aktseleratsioonpumba silinder, 15 — teise aktseleratsioonpumba silinder, 16 — esimese aktseleratsioonpumba kolb, 17 — aktseleratsioonpumba hoob, 18 — teise aktseleratsioonpumba kolb.

Hõlpsaks juurdepääsuks karburaatori puhastamisel on selle konstruktsioon läbi viidud selliselt, et ujukiruumi alumine osa koos ujukiga, pihustitega ja emulsioonitoruga on karburaatori segutoru osa küljest kahe poldi lahtikeeramise teel äravõetav. Neid polte võib lahti keerata kas väikese mutrivõtmega või kruvikeerajaga. Üks nendest poltidest on ühtlasi eritööriistaks, millega saab lahti keerata kõik karburaatori pihustid, mutrid ja kruvid. Sealjuures pole vaja lahti võtta gaasiklapi ja õhupiiramisklapi hoovastikku ega bensiinitoru.

Peapihusti saab oma kütuse aktseleratsioonpumbaseadme kaudu. Osalisel koormusel määrab peapihustisse pääseva kütuse hulga kalibreeritud ava 5. Täiskoormusel aga, kui aktseleratsioonpumba kolvi ots avab nõelklapi 8, määrab peapihustisse pääseva kütuse hulga kalibreeritud ava 10. See võimaldab täiesti avatud gaasiklapi puhul jõurikast segu.

Aktseleratsioonpumbaseade koosneb tegelikult kahest pumbast 14 ja 15. Gaasiklapi järsul avamisel allasurutav kolb 16 paiskab aktseleratsioonpumba 14 silindris oleva kütuse läbi nõelklapi 8 peapihusti kaudu segukoonusesse, sealjuures lakkab ta toetamast hoova 17 abil kõrvalasetseva teise aktseleratsioonpumba 15 kolbi 18, mis oma raskuse mõjul vajub alla, surudes silindris 15 oleva kütuse peapihusti kaudu küttesegusse. Esimene kolb on määratud järsu lisakütuse paiskamiseks küttesegusse, et tõkestada gaasi-



Joon. 348. Karburaator Zenith 28 AV.

1 — ökonomaiseri pneumaatiliselt rakenduv kolb, 2 — aktseleratsioonpumba hoovastik, 3 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 4 — aktseleratsioonpumba õhuklapp, 5, 6 — ujukiruumi ühendustoru karburaatori õhutoruga, 7 — peapihusti pidurdusõhu kalibreeritud ava nippel, 8 — õhupiiramisklapp, 9 — õhupiiramisklapi automaatklapp, 10 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 11 — kütuse filter, 12 — ujuki nõelklapp, 13 — ujuk, 14 — ökonomaiseri nõelklapp, 15 — aktseleratsioonpumba kolb, 16 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 17 — peapihusti kalibreeritud ava nippel, 18 — peapihusti, 19 — gaasiklapi hoob, 20 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava nippel, 21 — segurikastuspihusti, 22 — peapihusti rõngaline suue segukoonuses, 23 — gaasiklapp.

klapi järsu avamise algmomendil küttesegu vaesestumist, teine kolb aga pikendab lisakütuse sissepaiskamise vältust, et mootor saaks paremini aktselereeruda. Osa „Zenith"-karburaatoreil on samaks otstarbeks aktseleratsioonpump teineteise sisse mineva kahe kolviga. Aeglasel gaasiklapi avamisel valgub kütus läbi aktseleratsioonpumba kolvis oleva klapi tagasi.

Kompenseeriv pihusti 2 saab kütust otseselt ujukiruumist. Sujuvamaks emulsiooni lahjenemiseks kompenseerivas pihustis, kui seal koormuse suurenemisel kütuse nivoo langeb, toimub pidurdusõhu juurdeandmine kolme ava 4 kaudu.

Allavoolu-karburaator „Zenith 28 AV"

Arvamuse ärahoidmiseks, et „Zenith"-karburaatoreid ehitatakse ainult meile tuntud kompenseeriva pihustiseadmega, on toodud näitena allavoolu-karburaator Zenith 28 AV-11 (joon. 348), millel küttesegu koostise alalhoidmine toimub kütuse pneumaatilise pidurdamise teel.

Ujukiruumi ühendamise seisukohalt välisõhuga on karburaator tasakaalustatud, sest ujukiruum on ühendatud kanali 5 kaudu karburaatori õhutoruga, karburaatori pool õhufiltrit, pealpool õhupiiramisklappi. Peale selle on karburaatori ujukiruum torukesega 6 ühendatud karburaatori õhutoruga. Selle torukese ots on viltuselt ära lõigatud ja seatud avaga vastu õhuvoolust. Seega avaldab õhuvoolus läbi torukese 6 rõhku kütuse pinnale ujukiruumis, tõstes sellega kütuse nivood pihustis. Mida kiirem on õhuvoolus, seda suurem on see rõhk kütuse pinnale ujukiruumis, seda kõrgemale kerkib kütuse nivoo pihustis ning seda enam kütust valgub pihustist välja segutorusse, andes rikkamat küttesegu — ning seda ongi vaja, sest see takistab küttesegu vaesestumist mootori pöörete tõusul.

Tavalise peene vasksõelfiltri asemel omab karburaator ujukiruumi voolava kütuse filtreerimiseks õhukest 0,05 mm plekkseibidest filtrit. Filter on väljavõetav, ilma et oleks vaja kütusetoru lahti võtta.

Küttesegu rikastamiseks käivitamisel omab karburaator automaatklapiga õhupiiramisklappi.

Tühikäigu küttesegu koostis on reguleeritav pidurdusõhu juurdevoolu piiramisega kruvi 10 abil. Tühikäigupihustiseade saab õhku karburaatori õhutorust. Seega satub sellesse õhufiltrit läbinud tolmuvaba õhk. Sellega välditakse tühikäigupihusti juhuslikku ummistust õhus leiduvas tolmust. Tühikäigupihusti suue on pikergune pilu.

Osalisel ja täiskoormusel valgub kütus karburaatori segutorusse läbi peapihusti 18, kus küttesegu koostise alalhoidumine toimub pneumaatiliselt. Selleks saab pihusti pidurdusõhku kalibreeritud ava 7 kaudu otseselt karburaatori õhutorust. Tähelepanu tuleb juhtida peapihusti erikujulisele suudmele 22, mis on ehitatud rõngaspiluna segukoonuse seina. Sellega saavutatakse kütuse paremat udustamist. Karburaator omab kahte segukoonust.

Aktseleratsioonpump on hoovastiku abil seotud gaasiklapiga. Seega rakendatakse ta tegevusse mehaaniliselt, seoses gaasiklapiga. Aktseleratsioonpumba kolvi allaliikumisel paisatakse lisakütus läbi võimsuspihusti 21 karburaatori teise segukoonuse õhuvoolusesse. Klapp 4 väldib kütuse imemist võimsuspihusti kaudu karburaatori segutorusse, kui aktseleratsioonpump ei tööta, sest see avab siis õhule juurdepääsu võimsuspihustisse. Aktseleratsioonpumba töötamisel klapp 4 sulgub.

Küttesegu rikastamiseks täisvõimsusega töötamisel omab karburaator pneumaatiliselt töötavat ökonomaiserit, mis avab küttesegu rikastamiseks vajalikule kütusele pääsu peapihusti kaudu karburaatori segukoonusesse.

Karburaator Zis-101

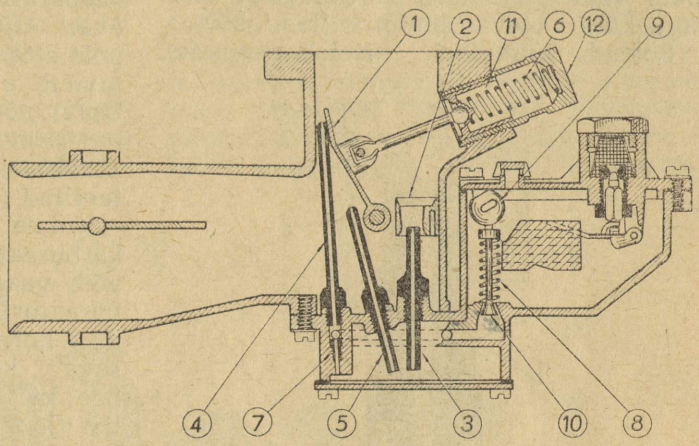
Karburaatorit Zis-101 (joon. 349) kasutatakse sõiduautodel Zis-101. See on ülesvoolu-karburaator ilma segukoonuseta või, õigemini öeldud, omab väikest segukoonust vaid tühikäigupihusti jaoks. Karburaator omab kahte seguruumi, milledesse õhk suundub ühisest õhutorust. Küttesegu koostise alalhoidmine toimub automaatse lisaõhuklapiga ja kolme pihustiga. Jõurikka küttesegu saamiseks gaasiklapi täielikul lahtiolekul on karburaator varustatud ökonomaiseriga. Ujukiruumi ühendamise suhtes välisõhuga on karburaator tasakaalustamata.

Tühikäigupööretel on automaatne lisaõhuklapp 1 peaaegu täielikult suletud. Õhk valgub vaid läbi tühikäigu segukoo-

nuse 2 ning imeb endaga kaasa kütust tühikäigupihustist 3, sealjuures on osalise koormatuse pihusti 4 ja täiskoormatuse pihusti 5 tegevusest välja lülitud. Mootori pöörete tõstmisel tekkiv tugevam õhuvoolus avab automaatse lisaõhuklapi, surudes selle vedru 6 koomale. Õhk valgub ka osalise koormatuse pihusti suudme juures läbi ja imeb sellest kütust kaasa. Tekkiv küttesegu on küllaldane mootori töötamiseks osalisel koormatusel. Pihustist väljavalguvat kütuse hulka määrab osalise koormatuse pihusti kalibreeritud ava 7. Kui gaasiklappi veel avada, avaneb automaatselt ka lisaõhuklapp ning astub tegevusse täiskoormuse pihusti 5. Seega töötavad täiskoormusel kõik kolm pihustit korraga. Kui gaasiklapp täielikult avada, avab ökonomaiseri hoovastiku küljes olev nukk 9 ökonomaiseri nõelklapi 10, mille tõttu osalise koormatuse pihustisse valgub kütus mööndes kalibreeritud avast 7. Küttesegu rikastub ning mootor arendab maksimaalset võimsust. Selliselt hoiab automaatne lisaõhuklapp küttesegu koostise automaatselt, kolme pihusti koostööna, püsivana.

Pinetades automaatse lisaõhuklapi vedru, muutub küttesegu koostis rikkamaks, seega on võimalik lisaõhuklapi vedru pinetamisega reguleerida küttesegu koostist.

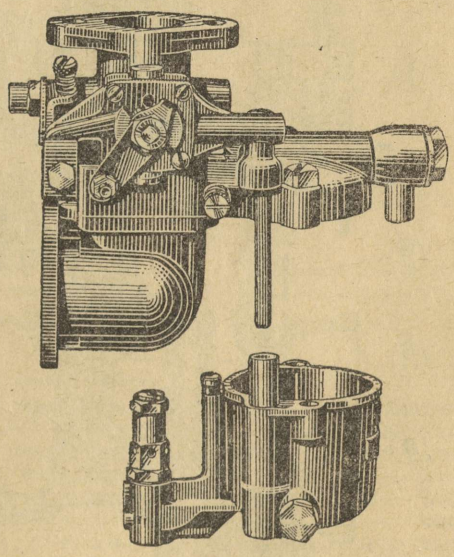
Gaasiklapi järsul avamisel ei järgne sellele järsk automaatse lisaõhuklapi avanemine, sest klapp peab avanemisel mitte ainult ületama vedru 6 pinevuse, vaid kolvi 11 abil kokku suruma lisaõhuklapi reguleerimiskruvi 12 all oleva õhu. Sealjuures tekkiv lisatakistus on küllaldane, et aeglustada automaatse lisaõhuklapi avanemist, mille tõttu mootor saab karburaatori segutorus tekkiva suurema hõrenduse tõttu hetkeks rikkamat küttesegu. Kuid see küttesegu hetkeline rikastumine on küllaldane mootori paremaks aktselereerimiseks gaasiklapi järsul avamisel. Ühtlasi takistab lisaõhuklapi reguleerimiskruvis olev õhk lisaõhuklapi vibreerimist.



Joon. 349. Karburaator Zis-101.
1 — automaatne lisaõhuklapp, 2 — tühikäigusegukoonus, 3 — tühikäigupihusti, 4 — osalise koormuse pihusti, 5 — täiskoormuse pihusti, 6 — lisaõhuklapi vedru, 7 — osalise koormuse pihusti kalibreeritud ava nippel, 8 — ökonomaiseri nõelklapi vedru, 9 — ökonomaiseri nukk, 10 — ökonomaiseri nõelklapp, 11 — lisaõhuklapi kolb, 12 — lisaõhuklapi reguleerimiskruvi.

Karburaatorid Solex

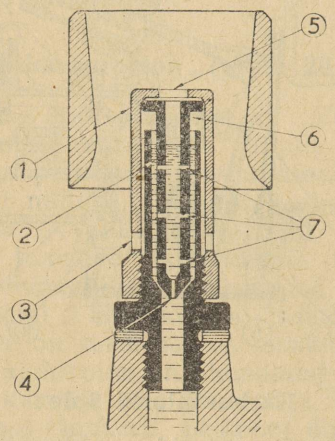
Solex-karburaatorid ehitatakse nii ülesvoolu-, allavoolu- kui ka horisontaalvoolu-karburaatoritena mitmesuguse võimsuse ja mootoritüüpide jaoks. Solex-



Joon. 350. Karburaator Solex.

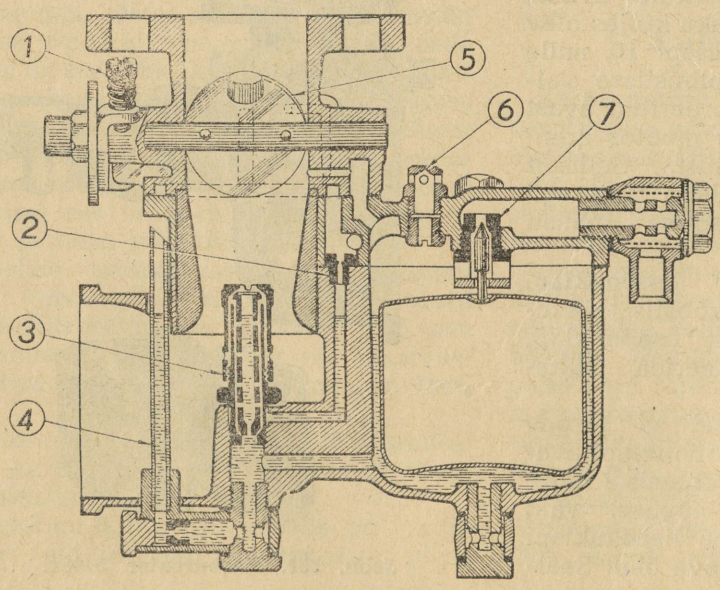
karburaatori kõikide tüüpide konstruktiivsel teostamisel on pandud peaõhk selle lahtivõetavusele ja juurdepääsule puhastamiseks, pihustite vahetamiseks ja korrastustöödeks. Tarvitseb vaid lahti keerata tavalise kruvikeerajaga kaks käepäraselt asetsevat kruvi ning ongi käes karburaatori ujukiruum koos ujuki ja pihustitega. Karburaatori segutoru koos gaasiklapi ja õhupiiramisklapi hoovastikuga ja bensiinitoruga jääb kinnitatult mootori külge oma kohale, samuti pole vaja puudutada karburaatori õhutoru küljes olevat õhufiltrit (joon. 350).

Solex-karburaatori iseloomustuseks, olgu see siis ülesvoolu-, allavoolu- või horisontaalvoolu-karburaator, jääb ikkagi peapihustiseade (joon. 351), mille abil küttesegu koostise alalhoidmine toimub kütuse pneumaatilise pidurdamise teel. Peapihustiseade on lahtivõetud ujukiruumi puhul täiesti käepärane ning on hõlbus lahtivõtmiseks ja puhastamiseks. Peapihusti töötamise põhimõte on eespool selgitatud (vaata lk. 146) ning ei vaja siin kordamist. Samuti on lahtivõetud ujukiruumi juures puhastamiseks käepärast tühikäigupihusti kalibreeritud ava. Ujukiruumi nõelklapi sulgumiseks pole ette nähtud erihoovastikku, vaid see toimub otseselt ujuki poolt selle tõusul. Ujuki nõelklapp ühes pesaga on puhastamiseks hõlpsasti väljakeeratav, kui karburaatori alumine pool on lahti monteeritud (joon. 352).



Joon. 351. Solex-karburaatori peapihusti.
1 — pihusti kattekest, 2 — kütusekaev, 3 — pidurdusõhu kalibreeritud ava, 4 — kütuse kalibreeritud ava, 5 — küttesegu väljavalgumise ava, 6 — pihusti, 7 — pihusti õhuavad.

Külma mootori käivitamiseks omab karburaator eri-käivitusseadet, millele võib vaadata kui väikesele käivituskarburaatorile, mida saab rakendada vajaduse korral tegevusse armatuurlaual asetseva käivitusnupu väljatõmbamisega. See käivituskarburaator koosneb pihustist (joon. 353), mis saab kütust kütusekaevust 18, millesse valgub kütus karburaatori ujukiruumist. Käivituskarburaatori kütusekaev on ülevalt ühenduses välisõhuga ning sellesse ulatub toruke 16. Torukese 16 kaudu valgub kütus või kütuse ja õhusegu emulsioonina käivituskarburaatori seguruumi 13 kanali 14 kaudu. Õhk pääseb käivituskarburaatori

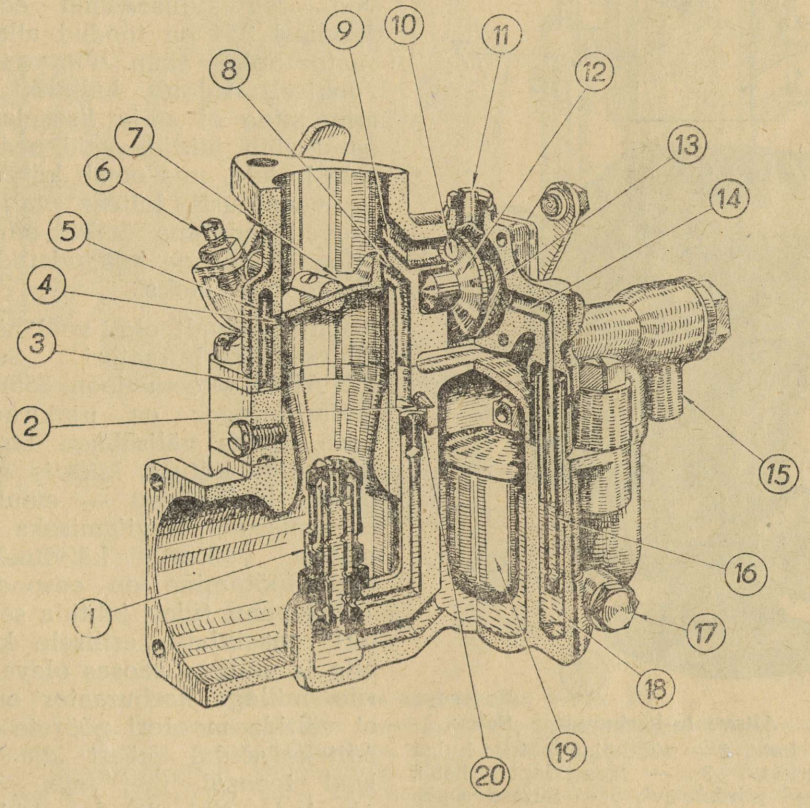


Joon. 352. Karburaator Solex lõikes.
1 — gaasiklapi asendi piirdekruvi, 2 — tühikäigu kalibreeritud ava nippel, 3 — peapihusti, 4 — pidurdusõhu toru, 5 — gaasiklapp, 6 — ujukiruumi õhuava, 7 — ujukinõela pesa.

seguruumi ava 11 kaudu. Käivituskarburaatori seguruumis tekkiv küttesegu pääseb kanali 9 kaudu, mis asetseb mootori pool gaasiklappi, karburaatori segutorusse. Käivituskarburaatori poolt antavat küttesegu hulka saab reguleerida pöördsiibri 12 abil, milles olevat ava 10 võib pöördsiibri keeramisel rohkem või vähem ühendada kanaliga 9. Pöördsiibri keeramine toimubki armatuurlaual asetseva käivituskarburaatori nupu abil. Käivituskarburaatori töötamisel peab karburaatori gaasiklapp olema suletud, sest vastasel korral ei teki käivituskarburaatoris küllalt suurt imemist selle tegevusse rakendamiseks.

Käivituskarburaatori tegevusse rakendamise algul valgub selle seguruumi toru 16 kaudu ainult kütus, seni kui kütusekaev 18 pole tühjaks imetud; siis järgneb kütuse ja õhusegu voolamine emulsioonina. Sellega on käivituskarburaator kaitstud üleujutamise eest kütusega.

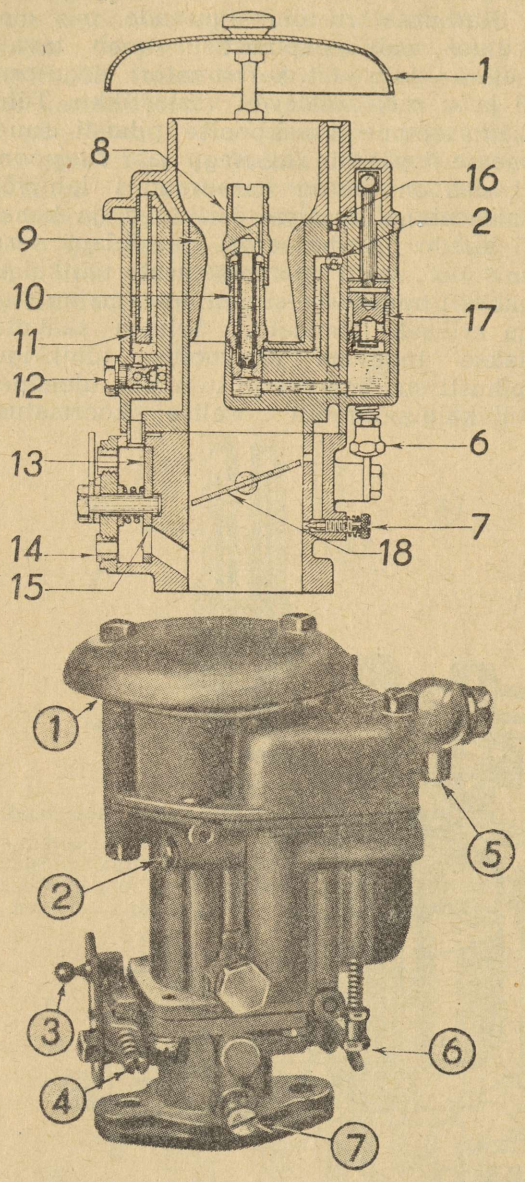
Karburaatori tühikäiguseade, mis oma kütuse saab peapihustist, omab tavaliselt kahte suuet karburaatori segutorus 8 ja 4, mis asetsevad vastastikku. Tühikäiguseadme vasakpoolse pihusti suudmesse 4 pääseb küttesegu läbi ringsoone 3, mis on tehtud karburaatori lahtivõtmise pinna ülemisse äärikusse, ja kanali 5 kaudu. Karburaatori gaasiklapi serv, mis on vastu parempoolset tühikäigupihusti suuet, on sirgelt üles painutatud ja eriliselt laiendatud. Sellega saavutatakse tugevam õhuvoolus tühikäigupihusti suudme ees ja sujuvam üleminek tühikäigupööretelt osalise koormatuse



Joon. 353. Karburaator Solex lõikes.

1 — peapihusti, 2 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 3 — kanal küttesegu juurdevalgumiseks vasakpoolsesse suudmesse, 4 — tühikäigupihusti vasakpoolne suue, 5 — tühikäigupihusti suudmetevaheline kanal, 6 — gaasiklapi asendi piirdekruvi, 7 — gaasiklapp, 8 — tühikäigupihusti parempoolne suue, 9 — käivituskarburaatori suue, 10 — pöördsiibri ava, 11 — käivituskarburaatori õhu juurdevoolu ava, 12 — pöördsiiber, 13 — käivituskarburaatori seguruum, 14 — käivituskütusegu juurdevalgumise kanal, 15 — kütuse juurdevalgumise ava ujukiruumi, 16 — toru, 17 — käivituskütuse kalibreeritud ava kanali kork, 18 — käivituskarburaatori kütuse kaev, 19 — ujuk, 20 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava nippel.

pööretele. Tühikäiguseadmes toimub küttesegu koostise reguleerimine kruvi 2 abil, millega määratakse pihustisse pääseva pidurdusõhu hulka.



Joon. 354. Allavoolu-karburaator Solex.

1 — õhutoru kate, 2 — tühikäigu kütuse hulga reguleerimiskruvi, 3 — gaasiklapi hoob, 4 — gaasiklapi piirdekruvi, 5 — kütuse sissevalgumise ava ujukiruumi, 6 — aktseleratsioonpumba kolvikäigu reguleerimiskruvi, 7 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 8 — peapihusti kübar, 9 — segukoonus, 10 — peapihusti, 11 — käivituskarburaatori kütusetoru, 12 — käivituskarburaatori kütuse kalibreeritud ava, 13 — käivituskarburaatori pöördsiiber, 14 — käivituskarburaatori õhuava, 15 — käivituskarburaatori suue, 16 — tühikäiguseadme õhuava, 17 — aktseleratsioonpumba kolb, 18 — gaasiklapp.

Peapihusti pole reguleeritav, küttesegu koostise muutmiseks on vaja seda vahetada teisemõõtelise kalibreeritud avaga pihusti vastu. Maksimaalse võimsuse, mida mootor suudab arendada kasutatava karburaatoriga, määravad peapihusti ja segukoonuse mõõted.

Solex-allavoolu-karburaator töötab põhimõtteliselt samuti, kui ülesvoolu-karburaator, ning omab samu seadmeid. Seadmete asetus on vaid teine, sest karburaatori gaasiklapp asetseb segutoru alumises osas, seepärast peab käivitus- ja tühikäigukütuse juurdevool olema viidud alla. Solex-allavoolu-karburaatori juures on juurdepääs selle üksikosade juurde, peale karburaatori kaane osa mahavõtmise, veelgi hõlpsam. Näiteks peapihustit võib puhastamiseks välja võtta, ilma et tarvitseks mootorit seisma panna, sest see võib tühikäiguseadmel edasi töötada. Joonisel 354 on toodud allavoolu-karburaator Solex, tüüp JFP, vaates ja lõikes. Jooniselt selgub küllaltki selle töötamine ning ei vaja lisaseletust. Tähelepanu võib juhtida vaid peapihusti välisele kujule, mis omab kübarakest 8, milles peapihusti kütuse väljavoolu avad asuvad jagatuna ümber pihusti suunaga allapoole, seega kohandatud allavoolava õhuvooluse jaoks.

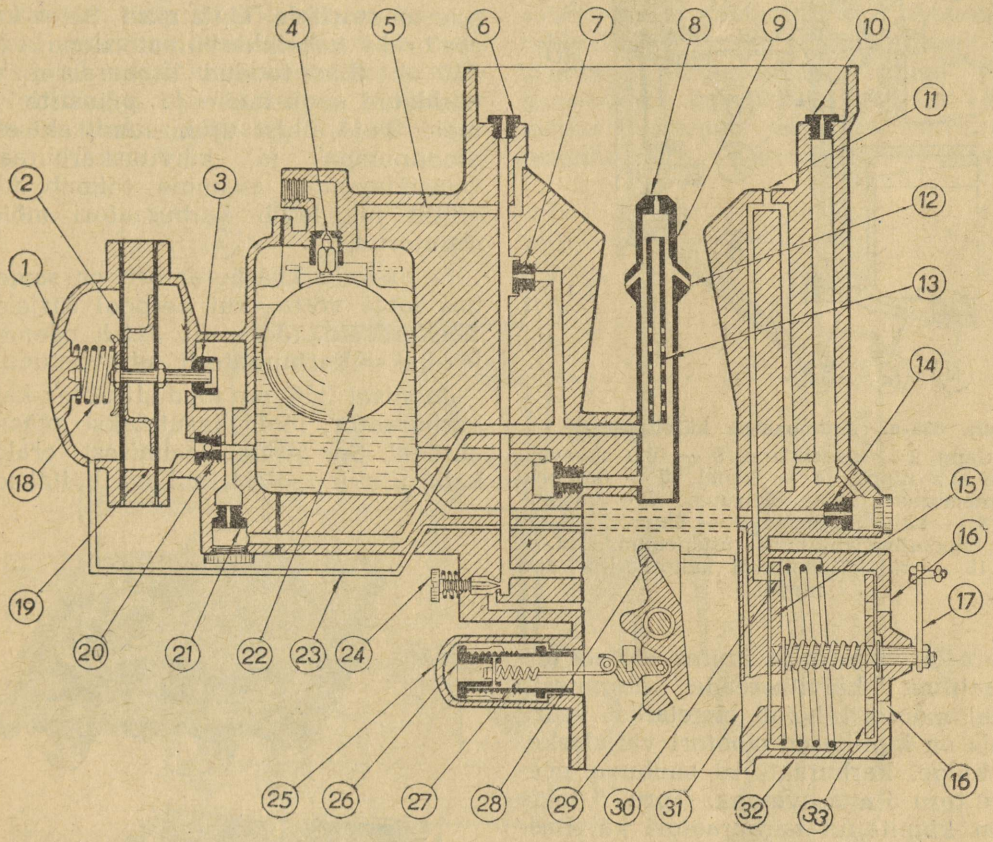
Alljärgnevalt olgu veel näitena toodud allavoolu-karburaatori Solex, tüüp RZFAIPO, skeem (joon. 355).

Karburaator on ujukiruumi ühendamise suhtes välisõhuga tasakaalustatud. Tühikäigu kütuse koostis reguleeritakse kütuse ja õhusegu — emulsiooni hulga muutmisega. Käivitamiseks omab karburaator väikest käivituskarburaatorit, mille töötamine on eespool selgitatud. Tähelepanu tuleb juhtida selle karburaatori gaasiklapi erilisele konstruktsioonile ja sellega seoses olevale regulaatorile, millega karburaator on varustatud, et vältida mootori pöörete liigset tõusu, näiteks sõidul mäest alla, pikal sirgel heal teeosal jne., mis võib mootorit ohustada, rikkudes laagreid või põhjustades muidki rikkeid. Et neid rikkeid vältida ja mootori pöörete tõusu piiri mitte lasta sõltuda jõuvankrijuhi oskusest ja vilumusest, ongi Solex-karburaator varustatud nimetatud regulaatoriga. Tavalistel mootori pööretel on regulaatori vedru tõmme, mis püüab gaasiklappi avada, tasakaalus õhuvooluse poolt

gaasiklapi viltusele pinnale avaldatava survega. Kui aga mootori pöörded tõusevad üle ettenähtud määra, avaldab õhuvoolus sedavõrd suurt survet gaasiklapi viltusele pinnale, et see ületab vedru pinevuse ja gaasiklapp nihkub koomale, vähendades mootori pöördeid, kuni tasakaal on jällegi saavutatud. Seega ei saa mootor rohkem küttesegu, kui see on ette nähtud pöörete ülemmääraga. Regulaatori tegevust saab reguleerida vedru 27 pinetamisega kruvi 26 abil.

Küttesegu rikastamiseks mootori täiskoormusel omab karburaator membraani põhimõttel töötavat ökonomaiserit, mis juhib täiskoormusel küttesegu rikastamiseks vajaliku lisakütuse peapihustisse.

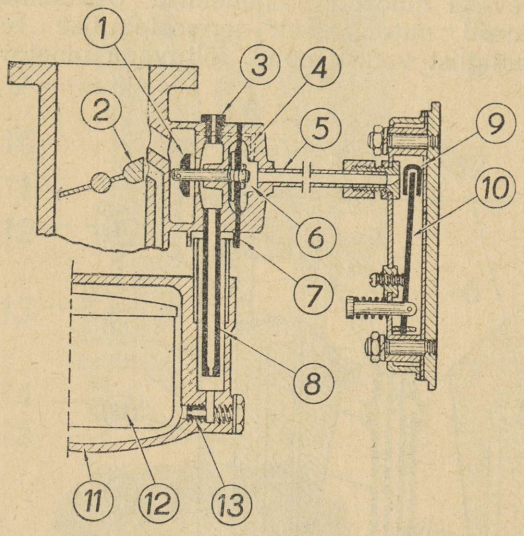
Osa Solex-karburaatoreid on varustatud täisautomaatse käivitusseadmega. Siin toimub küttesegu koostise rikastamine käivitusmomendiks ja sellele järgnevaks mootori soojenemise perioodiks täiesti automaatselt termostaatilise bimetallist vedru mõjul, sõltuvana mootori



Joon. 355. Allavoolu-karburaator Solex RZ.

1 — ökonomaiseri kest, 2 — ökonomaiseri membraan, 3 — ökonomaiseri klapp, 4 — ujukinõel, 5 — ujukiruumi õhurõhu tasakaalustustoru, 6 — tühikäiguseadme kalibreeritud õhuava nippel, 7 — tühikäiguseadme kalibreeritud kütuseava nippel, 8 — peapihusti kalibreeritud pidurdusõhu ava, 9 — peapihusti, 10 — käivitusseadme kalibreeritud pidurdusõhu ava nippel, 11 — käivitusseadme pidurdusõhu ava, 12 — küttesegu väljumisava peapihustist, 13 — kütusekaev peapihustis, 14 — käivitusseadme kütuse kalibreeritud ava nippel, 15 — käivituskarburaatori küttesegu pöördesiiber, 16 — käivituskarburaatori õhuava, 17 — käivituskarburaatori pöördesiibri pööramise hoob, 18 — ökonomaiseri vedru, 19 — ökonomaiseri membraan, 20 — ökonomaiseri imemisklapp, 21 — segurikastuskütuse kalibreeritud ava nippel, 22 — ujuk, 23 — ökonomaiseri vaakumtoru, 24 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 25 — automaatregulaatori kest, 26 — automaatregulaatori vedru pinevuse määramise kruvi, 27 — automaatregulaatori vedru, 28 — gaasiklapi viltune pind, 29 — gaasiklapp, 30 — käivitusküttesegu saabumisava käivituskarburaatorisse, 31 — käivitusküttesegu valgumise ava karburaatori segutorusse, 32 — käivituskarburaator, 33 — käivituskarburaatori õhupöördesiiber.

temperatuurist. Nii on täielikult välja lülitud karburaatori õhupiiramisklapi ja käivituskarburaatori kasutamise sõltuvus jõuvankrijuhi kogemustest ja vilumusest. Eriti linnasõidu olukorras, kus on vajalikud sagedased käivitamised, on automaatne termostaatiline käivitusseade asendamatu, kuna see on mugav, hoiab mootorit ja säästab kütust (joon. 355-*a*).



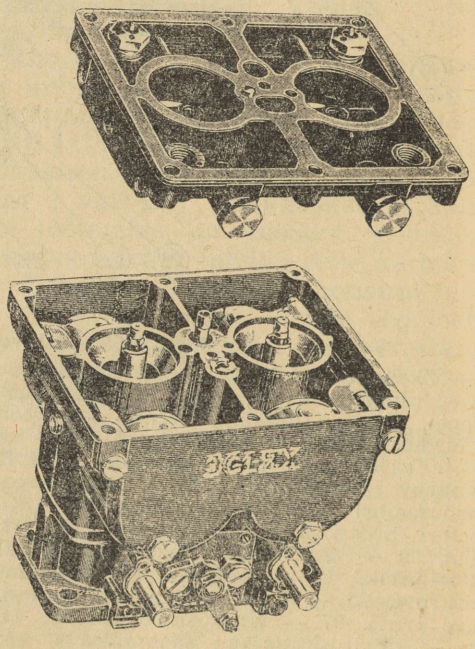
Joon. 355-a. Automaatne käivitusseade.
1 — klapp, 2 — gaasiklapp, 3 — õhu sissevalgumise ava nippel, 4 — kanal, 5 — õhutoru, 6 — membraani kesta õhuruum, 7 — membraan, 8 — käivituspihusti, 9 — õhuava sulgur, 10 — bimetallvedru, 11 — ujukiruum, 12 — ujuk, 13 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava nippel.

Solex-karburaatorite juures töötab termostaatiline käivitusseade järgmiselt. Külmal mootoril hoiab bimetallist vedru 10, mis on kinnitatud mootori väljalasketoru külge, karburaatorist suubuva peenikese toru 5 ava avatuna. Toru 5 teine ots on kinnitatud karburaatori käivituskarburaatori külge parempoolse membraani 7 õhuruumiga 6. Seega on membraani 7 parem pool välisõhu all. Kui nüüd mootorit käivitada, tekib käivituskarburaatori seguruumis hõrendus, klapp 1 avaneb imemise mõjul ja avab käivitusküttesegule pääsu karburaatori segutorusse. Kui mootor peale käivitamist töötamisel soojeneb, kuumeneb bimetallist vedru ja paisudes suleb õhu läbivooluse torus 5. Selle tõttu tekib membraani paremal poolel sama hõrendus, mis käivituskarburaatori seguruumis, sest see on kanali 4 kaudu ühenduses käivituskarburaatori seguruumiga. See võimaldab membraani varda abil tõmmata klapi 1 kinni, sulgedes käivituskütteseguleпääsu karburaatori segutorusse. Seega on käivituskarburaator automaatselt tegevusest välja lülitatud ja mootor töötab edasi tühikäiguseadmelt saadava kütteseguga. Käivitusseade astub uuesti tegevusse, kui bimetallvedru on jahtunud ja avanud õhule juurdepääsu torusse 5. Seega toimub seisatud sooja mootori käivitamine tühikäiguseadmelt saadaval küttesegul.

Suuremate võimsustega ja V-kujulistele mootoritele ehitatakse Solex-karburaatorid kaksikkarburaatoritena (joon. 341 *a*). Siin toodud karburaator omab eraldatud seguruume ja pihustite seadmeid, kuid ühist ujukiruumi, aktseleratsioonpumpa ja käivituskarburaatorit. Gaasiklappide avamine toimub ühiselt võllilt, mis läbib karburaatori mõlemad segutorud.

Solex-kaksikkarburaatorit on sama hõlbus lahti võtta, kui eespool kirjeldatud ühekordseid. Joonisel 341-*b* näeme Solex-kaksikkarburaatorit lahtivõetuna.

Joonisel 356 on toodud Solex-kaksikkarburaator, mida kasutatakse maastikuautodel. See erineb eelmisest eraldatud kahe ujuki poolest, millega hoitakse kü-



Joon. 356. Kaksik-allavoolu-karburaator Solex.

tuse nivoo peapihustis praktiliselt püsival kõrgusel maastikuauto igasugusel asendil, ka jõuvankri kallakuse juures kuni 45°.

Karburaator Stromberg.

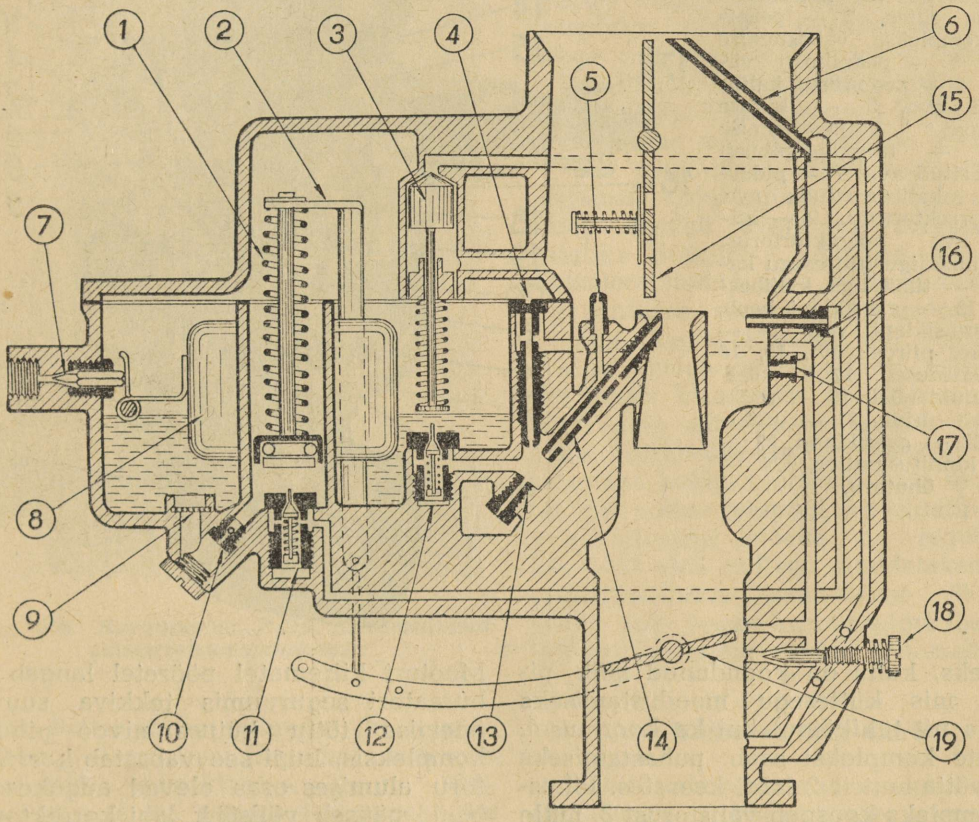
Töötamispõhimõttelt Solex-karburaatoriga sarnanevalt on ehitatud Stromberg-karburaator. Stromberg-karburaatoreid on üksikosade konstruktsioonilt mitmesuguseid, kuid töötamise põhimõte jääb ikkagi samaks.

Joonisel 357 on toodud Stromberg-karburaatori, tüüp BXOV, skeem, mis on ehitatud allavoolu-karburaatorina, tasakaalustatud ujukiruumi ühendamise suhtes välisõhuga. Karburaatori töötamise põhimõte peaks jooniselt küllaltki selguma.

Peapihusti, mis töötab pneumaatilise kütuse pidurdamise põhimõttel, saab pidurdusõhku läbi kalibreeritud ava 5.

Tühikäiguseade saab kütust otseselt peapihustist ning see juhitakse emulsioonina karburaatori segutorusse kahe suudme kaudu. Küttesegu koostise reguleerimine toimub emulsiooni hulgas muutmisega.

Aktseleratsioonpump paiskab lisakütuse otseselt karburaatori segutorusse selleks ettenähtud pihusti kaudu. Aktseleratsioonpumba tegevusse rakendamine toimub mehaaniliselt, seoses gaasiklapi avamisega. Karburaatori ökonomaiser rakendub tegevusse pneumaatiliselt, olles seotud karburaatori segutoruga allpool gaasiklappi, imemiskanali kaudu. Ökonomaiserist valgub lisakütus karburaatori peapihustisse. Küttesegu rikastamiseks



Joon. 357. Allavoolu-karburaator Stromberg.

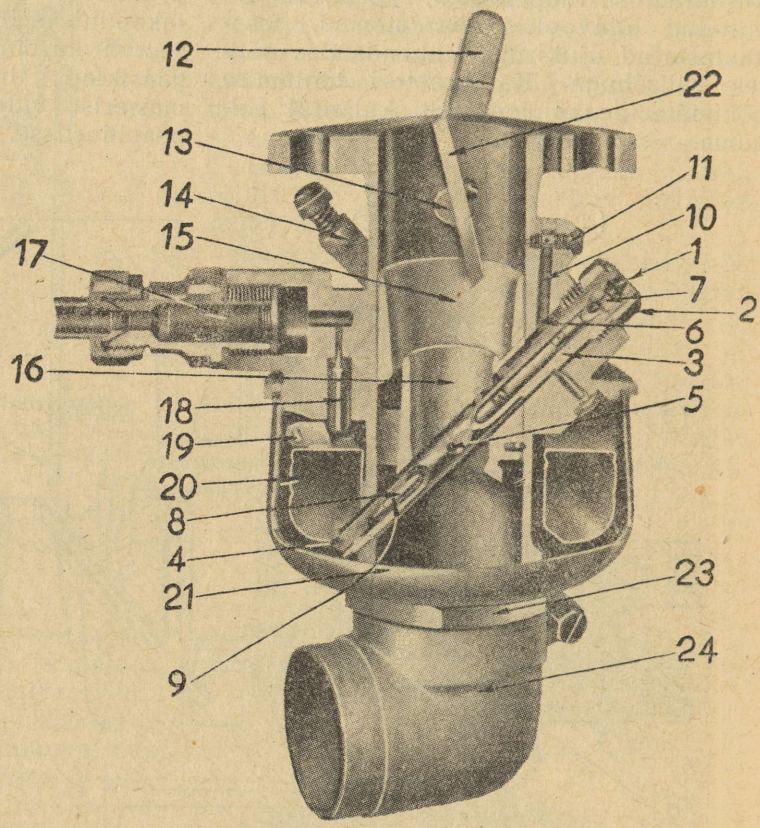
1 — aktseleratsioonpumba vedru, 2 — aktseleratsioonpumba hoovastik, 3 — ökonomaiseri kolb, 4 — tühikäigupihusti, 5 — peapihusti pidurdusõhu ava, 6 — tasakaalustusõhu toru, 7 — ujukinõel, 8 — ujuk, 9 — sõel, 10 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 11 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 12 — ökonomaiseri nõelklapp, 13 — peapihusti kalibreeritud ava nippel, 14 — peapihusti, 15 — automaatklapiga õhupiiramisklapp, 16 — segurikastuskütuse pihusti, 17 — tühikäigu pidurdusõhuava, 18 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 19 — gaasiklapp.

käivitamisel omab karburaator automaatklapiga varustatud õhupiiramisklappi. Küttesegu udustamine toimub kahekordses segukoonuses.

Karburaator Pallas

Pallas-karburaator kuulub pneumaatilise kütuse pidurdamisega karburaatorite liiki (joon. 358). Selle üheks iseärasuseks on ujukiruumi asetus ümber segutoru, mistõttu kütus hoidub pihustis igasugusel jõuvankri kallakasetusel alati ühel kõrgusel. Teiseks iseärasuseks on pihustite välja kas puhas kütus või kütuse ja õhusegu emulsioonina. Tühikäigupööretel voolab neist sisse õhk, mis läbib tühikäigupihusti kalibreeritud ava 6 ja ülemises osas pidurdusõhu kalibreeritud ava 11. Välistoru 3 sisse on paigutatud sisetoru, nn. korrektortoru 8, mille kaudu pidurdusõhk voolab pihustisse. Pihustite kompleksi alumine osa ulatub ujukiruumis olevasse kütusesse.

Mootori töötamisel aeglastel pööretel ulatub kütuse nivoo pihustite kompleksis kuni avadeni 5, ning sealt valgub küttesegu moodustamiseks välja puhas kütus.



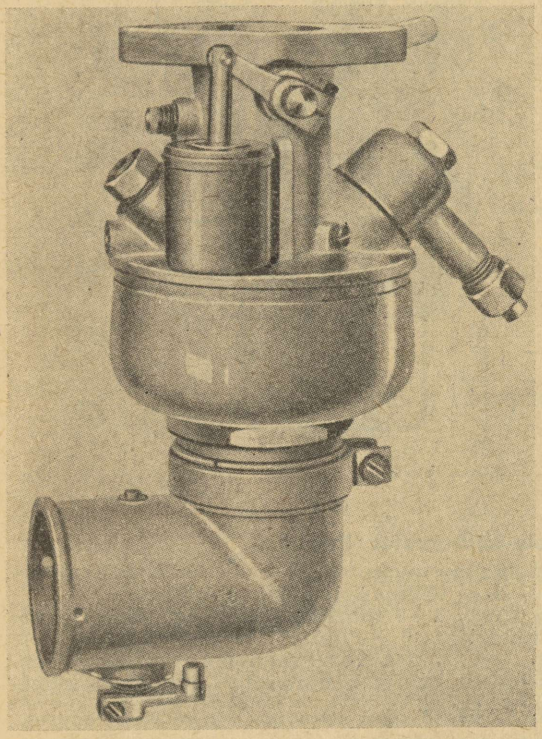
Joon. 358. Karburaator Pallas. 1 — pidurdusõhu kalibreeritud ava filter, 2 — peapihusti kompleksi vabastamise mutter, 3 — peapihusti välistoru, 4 — peapihusti kalibreeritud ava, 5 — kütuse emulsiooni väljavalgumise ava, 6 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava, 7 — pidurdusõhu kalibreeritud ava, 8 — korrektortoru, 9 — kütuse ava korrektortorus, 10 — tühikäigu küttesegu kanal, 11 — tühikäigu kaliiberkruvi, 12 — gaasiklapi hoob, 13 — gaasiklapi võll, 14 — gaasiklapi piirdekruvi, 15, 16 — segukoonused, 17 — sõel, 18 — ujuki nõel, 19 — ujuki tugi, 20 — ujuk, 21 — ujukiruum, 22 — gaasiklapp, 23 — ujuki kinnitusmutter, 24 — õhutoru.

kompleks, kuhu on koondunud kõik pihustid, mis küttesegu moodustamiseks on vaja nii tühikäigul kui ka koormusel. Pihustite kompleksi saab puhastamiseks välja võtta mutrit 2 lahti keerates. Pihustite kompleks koosneb välistorust 3, mille alumises osas on peapihusti kalibreeritud ava 4, mis määrab pihustisse osalisel ja täiskoormusel suubuvat kütuse hulka. Välistoru keskel on kaks ava 5, mis asetsevad karburaatori segukoonuse suhtes kõige kitsamal kohal, neist valgub mootori töötamisel osalisel ja täiskoormusel

Mootori kiirematel pööretel langeb karburaatori seguruumis tekkiva suurema imemise tõttu kütuse nivoo pihustite kompleksis, kuni see vabastab korrektortoru alumises osas olevad augukesed 9. Nüüd pääseb välisõhk läbi korrektortoru välistorusse ning sealt koos välistorus asetseva kütusega emulsioonina avadest 5 karburaatori segutorusse. Mida kiiremad on mootori pöörded, seda suurem hõrendus on karburaatori segutorus ning seda enam pidurdusõhku imetakse läbi korrektortoru. Selliselt hoitakse kütte-

segu koostis praktiliselt ühtlasena kõikidel mootori pööretel. Järsul gaasiklapi avamisel on pihustite kompleksis olev kütuse kogus küllaldane, et vältida hetkelist küttesegu vaesestumist.

Karburaatori tühikäiguseade astub tegevusse, kui gaasiklapp on peaaegu suletud. Sel juhul tühikäigupihustis tekkiva suure hõrenduse tõttu imetakse pihustite kompleksist kütus, millele lisandub avadest 5 sissevalguv õhk emulsioonina läbi tühikäigu kalibreeritud ava 6 kanali 10 kaudu karburaatori segutorusse. Tühikäigu küttesegu koostis on reguleeritav kaliiberkruvi 11 vahetamisega.



Joon. 359. Karburaator Pallas juurdeehitatud aktseleratsioonpumbaga.

Osa Pallas-karburaatoreile on juurde ehitatud aktseleratsioonpump, mis on ühendatud gaasiklapiga (joon. 359). Gaasiklapi järsul avamisel avaldab see pump survet ujukiruumis olevale kütusele, mistõttu pihustikompleksis oleva kütuse nivoo tõuseb, andes enam kütust küttesegusse. Sellega on aktselereerimiseks saavutatud küttesegu rikastamine. Aeglasel gaasiklapi avamisel pump mõju ei avalda.

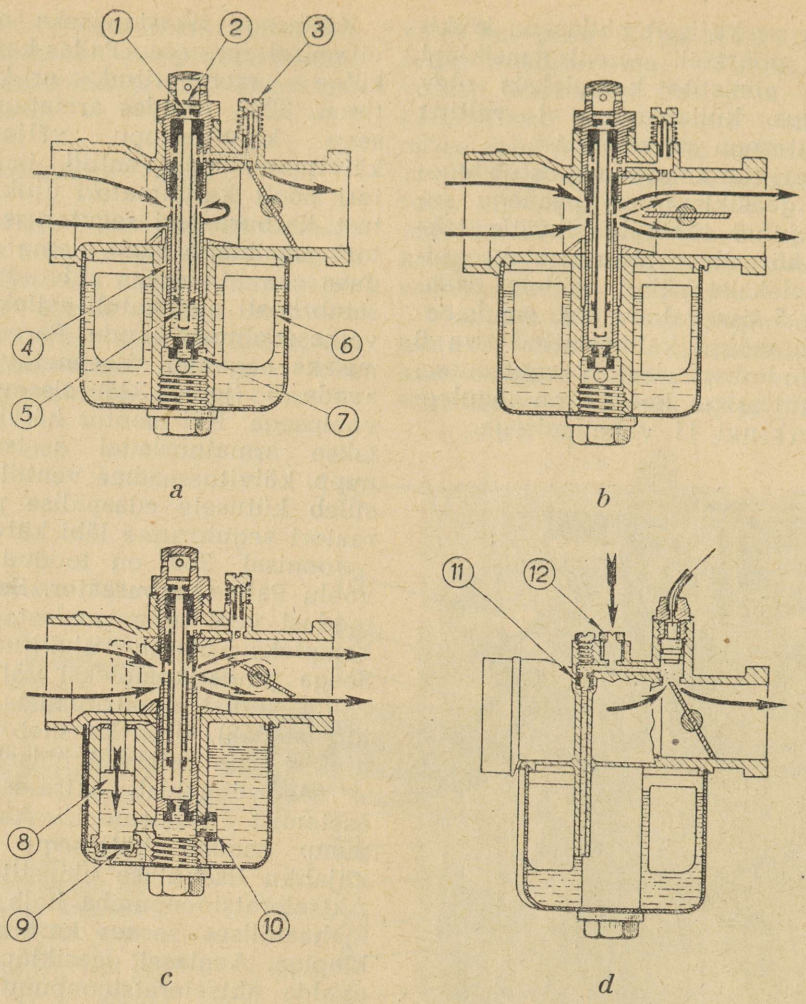
Küttesegu rikastamiseks mootori käivitamisel on osa Pallas-karburaatoreile külge monteeritud eri-käivitusseade (joon. 323). Avades armatuurlaual asetseva käivitusnupu väljatõmbamisega käivitusseadme ventiili imetakse mootori poolt karburaatori ujukiruumist kütust karburaatori segutorusse (karburaatori gaasiklapp peab olema suure hõrenduse saavutamiseks suletud), kuhu see satub hästi pihustatult selleks ettenähtud väikese pihusti kaudu. Paremaks udustamiseks seguneb sisseimetav kütus läbi avade 5 (joon. 325) sissevalguva õhuvoolusega. Kui mootor käivitus, vabastatakse armatuurlaual asetsev käivitusnupp, käivitusseadme ventiil sulgub ning suleb kütusele edaspidise pääsu karburaatori segutorusse läbi käivitusseadme.

Joonisel 360 on toodud horisontaalvoolu Pallas-karburaator. See erineb eeltoodust veel selle poolest, et pihustite kompleks ulatub ujukiruumi ülevalt. Seega pihustikompleksi välja võttes ei valgu kütust ujukiruumist välja (võrdle joonist 358). Ujuk koosneb kahest eraldi ujukist, mis mõjuvad ühisele nõelklapile — see võimaldab aktseleratsioonpumba asetamist ujukiruumi. Aktseleratsioonpump saadab küttesegu rikastamiseks vajaliku lisakütuse pihustite kompleksi. Aktseleratsioonpumba kolb liigub, olles mehaanilises seoses karburaatori gaasiklapiga. Aeglasel gaasiklapi avamisel ei avalda aktseleratsioonpump mõju, sest siis jõuab kütus läbi ülevooluava 10 ja kolvi ning silindriseina vahelt ära valguda. Käivitusseade on otseselt karburaatoriga kokku ehitatud, kuid tema töötamine vastab eespool kirjeldatule. Käivitusküttesegu koostis on reguleeritav kruvi 12 abil, millega muudetakse käivitusküttesegusse lisandatavat õhuhulka. Muus osas peaks karburaatori töötamine küllaltki selguma toodud jooniselt.

Karburaatorid Carter

Carter-karburaatoreid toodetakse mitmesuguses konstruktiivses erinevuses, kusjuures on kasutatud kütuse pneumaatilise pidurdamise viisi kui ka mehaanilist pidurdamise viisi või mõlemaid viise kombineeritult.

Alljärgnevalt olgu selgitatud lühidalt Carter W-1 karburaatori töötamine (joon. 361).



Joon. 360. Horisontaalvoolu-karburaator Pallas.

a — töötamisel tühikäiguseadmel, *b* — töötamisel täiskoormusseadmel, *c* — töötamisel aktseleratsioonpumba tegevusse rakendamisel, *d* — töötamisel käivitusseadmel.
1 — kalibreeritud pidurdusõhu ava, 2 — õhu sõelfilter, 3 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 4 — pihustite kompleks, 5 — kütusekaev, 6 — ujuk, 7 — kalibreeritud kütuseava nippel, 8 — aktseleratsioonpumba kolb, 9 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 10 — kütuse ülevooluava nippel, 11 — käivitusseadme kütuse kalibreeritud ava, 12 — käivitusseadme õhuava nippel.

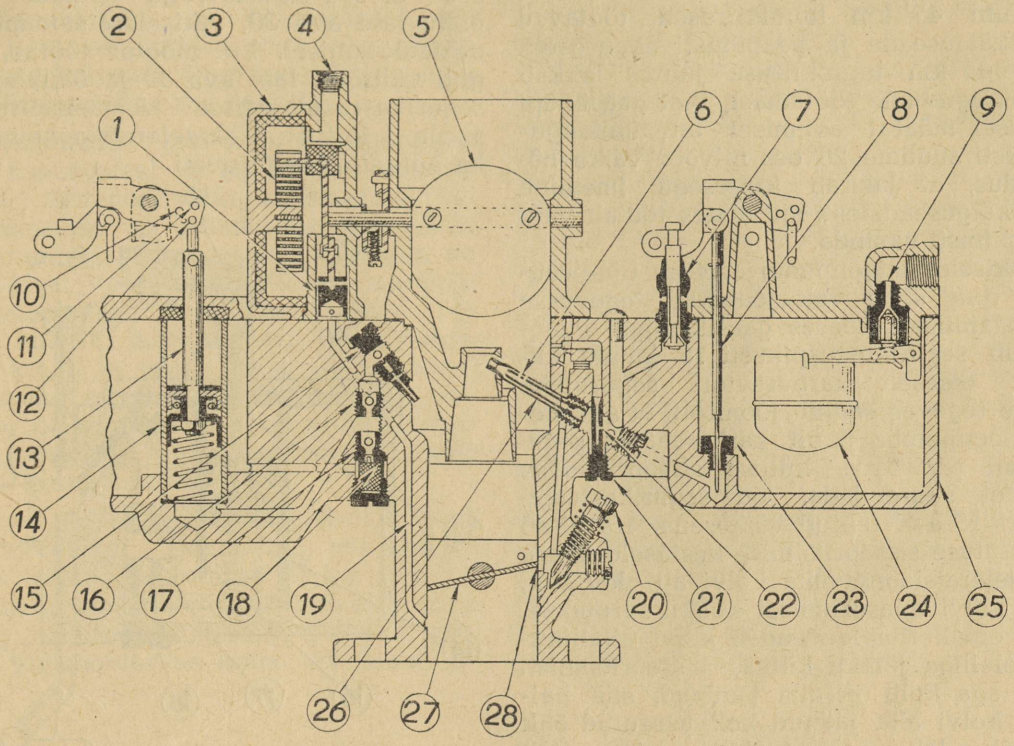
Toodud Carter W-1 karburaator on allavoolu-karburaator, vanemad mudelid on ehitatud ujukiruumi välisõhuga ühendamise suhtes tasakaalustamata, uuemad mudelid tasakaalustatult. Küttesegu koostise püsivuse hoidmine toimub muutuval koormatusel kombineeritult, mehaaniliselt ja pneumaatiliselt, püsival koormatusel pöörete muutumisel — pneumaatiliselt. Mehaaniliseks küttesegu koostise püsivuse hoidmiseks on karburaatoril kalibreeritud ava 23, milles liigub kalibreeritud nõel, mille otsa jämedus on muutuv. Kalibreeritud nõel, olles seotud hoovastiku kaudu gaasiklapiga, avab sõltuvalt gaasiklapi avamisele suurema või väiksema läbipääsu kütusele läbi kalibreeritud ava. Pneumaatiliseks küttesegu koostise alalhoidmiseks, mis on õieti lisanduseks mehaanilisele ning teostab nii öelda peenreguleerimist, koosneb karburaatori peapihusti kahekordsest torust ning pidurdusõhk pääseb sellesse ava 6 kaudu.

Tühikäigupihusti suubub osal Carter W-1 karburaatoreil kahe suudmega, osal kolme suudmega segutorusse. Tühikäigu küttesegu koostise reguleerimine toimub

kütuse ja õhusegu — emulsiooni hulga muutmisega kruvi 20 abil. Gaasiklapi tühikäiguasendi kruvi ja küttesegu koostise reguleerimiskruvi tuleb reguleerida kooskõlastatult, sest mida enam on gaasiklapp avatud, seda tugevam õhuvoolus möödub tühikäigupihusti suudme eest läbi, seda enam tuleb sellesse lisandada tühikäigupihustist emulsiooni.

sest, mis võiks seda ava märkamata suurendada. Samuti põhjustab iga väiksemgi tolmukübemeke, mis satub selle ava ette, mootori korratut töötamist tühikäigu- ja aeglastel pööretel.

Mootori töötamisel tühikäigu- ja aeglastel pööretel, kus auto liigub kuni 35 km tunnikiirusega, on gaasiklapp niivõrd vähe avatud, et pealpool gaasi-



Joon. 361. Karburaator Carter W-1.

1 — automaatse õhupiiramisklapi kolb, 2 — bimetallvedru, 3 — bimetallvedru kest, 4 — sooja õhu sissevalgumise ava, 5 — õhupiiramisklapp, 6 — peapihusti pidurdusõhu ava, 7 — antiperkolaator, 8 — kalibreeritud nõel, 9 — nõelklapp, 10 — aktseleratsioonpumba kolvi käigu seadmise auk, töötamiseks suvistes tingimustes, 11 — aktseleratsioonpumba kolvi käigu seadmise auk, töötamiseks kevad-sügistes tingimustes, 12 — aktseleratsioonpumba kolvi käigu seadmise auk, töötamiseks talvistes tingimustes, 13 — aktseleratsioonpumba kolvivarras, 14 — aktseleratsioonpump, 15 — segurikastuspihusti, 16 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 17 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 18 — sõelfilter, 19 — automaatse õhupiiramisklapi imemistoru, 20 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi, 21 — tühikäigupihusti, 22 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava, 23 — peapihusti kalibreeritud ava nippel, 24 — ujuk, 25 — ujukiruum, 26 — peapihusti, 27 — gaasiklapp, 28 — tühikäigupihusti suue.

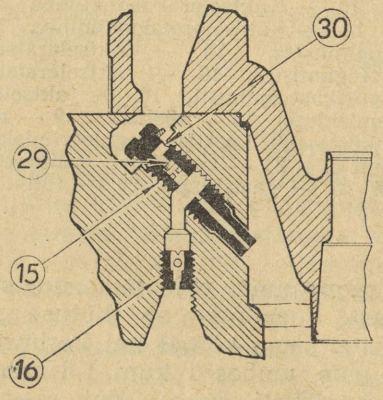
Siinjuures ei või jätta mainimata tühikäigupihusti 21 ava 22, mille kaudu kütus valgub peapihusti ruumist tühikäigupihusti seadmesse. See on puuritud 0,005 mm täpsusega. Selle ava suurest täpsusest sõltub korralik töötamine tühikäigu- ja aeglastel pööretel, seepärast tuleb hoiduda selle puhastamisel terastraadi või muu terava eseme kasutamisest.

klappi seguruumis pole peaaegu sugugi hõrendust. Seepärast on kütuse nivoo peapihustis sama kõrgel kui karburaatori ujukiruumis, umbes 1 kuni 1,5 mm allapoole peapihusti suuet. Kui gaasiklapi avamisel mootori pöörded tõusevad ja auto kiirus ületab 35 km tunnikiiruse, tekib karburaatori seguruumis niivõrd suur hõrendus, et välisõhurõhk ujukiruumis,

mõjudes kütuse pinnale, surub kütuse peapihusti suudmest välja voolama, kus esimesest segukoonusest läbiv õhuvoolus teda haarab ja pihustab. Esimeses segukoonuses tekib rikas küttesegu, mis teise segukoonusesse sattudes seguneb seal läbivoolava õhuga, satub edasi kolmandasse segukoonusesse, ning saades siit veel lisaks õhku, muutub parajaks küttesegu ks täielikuks põlemiseks mootoris.

Kuni 45 km tunnikiiruseni töötavad tühikäiguseade ja peapihusti üheaegselt. Üle 45 km tunnikiiruse juures lakkab tühikäiguseade töötamast, sest gaasiklapi sellisel määral avamisel on tühikäigupihusti suudme 28 ees niivõrd väike hõrendus, et lakkab küttesegu imemine tühikäiguseadmest. Siit alates töötab vaid peapihusti üksinda.

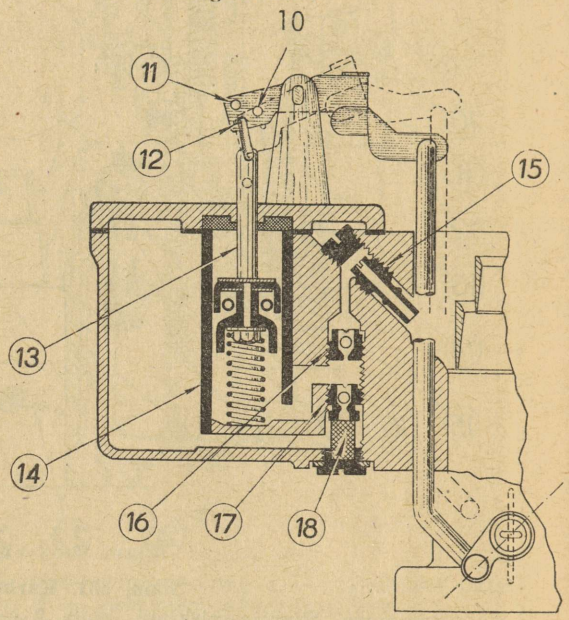
Aktseleratsioonpump asetseb ujukiruumis ning seda rakendatakse tegevusse mehaaniliselt, seoses gaasiklapiga. Pump surub segurikastuspihusti 15 kaudu kütust otseselt karburaatori seguruumi. Selle tegevus selgub jooniselt. Et aktseleratsioonpumba poolt karburaatori seguruumi pritsitava kütuse sissepritsimise väldet suurendada, on segurikastuspihusti 15 ava tehtud väikesena. Ka aitab lisakütuse sissepritsimise kestusele kaasa aktseleratsioonpumba kolvi all olev õhk, mis kolvi allasurumisel kokku surutakse, see omakorda leevendab kolvi allaliikumisel liiga järsku kütuse sissepritsimist. Kui aga kolb on alla jõudnud, siis paisub kolvi alla jäänud kokkusurutud õhk ja pikendab omakorda kütuse sissepritsimise kestust.



Joon. 362. Carter W-1 karburaatori segurikastuspihusti.

15 — segurikastuspihusti, 16 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 29 — õhuklapp, 30 — õhuava.

Et mootori keskmistel ja kiiretel pööretel karburaatori peamises seguruumis olev hõrendus ei saaks kütust imeda läbi aktseleratsioonpumba suruklapi seguruumi, mis kutsuks esile pidevat küttesegu rikastumist, on pihusti 15 ülemine osa varustatud klapiga 29 (joon. 362). Aktseleratsioonpumba töötamisel see klapp sulgub kütuse survel, mistõttu sealt ei saa kütust välja voolata välisõhku läbi ava 30. Aktseleratsioonpumba mittetöötamisel, kui mootor töötab, valgub välisõhk läbi ava 30 ja õhuklapi 29 segurikastuspihustisse 15, mistõttu ei voola kütust aktseleratsioonpumbast karburaatori seguruumi.



Joon. 363. Carter W-1 karburaatori aktseleratsioonpumbaseade.

10 — aktseleratsioonpumba kolvi käigu seadmise auk, töötamiseks suvistes tingimustes, 11 — aktseleratsioonpumba kolvi käigu seadmise auk, töötamiseks kevad-sügistes tingimustes, 12 — aktseleratsioonpumba kolvi käigu seadmise auk, töötamiseks talvistes tingimustes, 13 — aktseleratsioonpumba kolvivarras, 14 — aktseleratsioonpump, 15 — segurikastuspihusti, 16 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 17 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 18 — sõelfilter.

Aktseleratsioonpumba kolvi käiku on võimalik muuta vastavalt mootori töötamistingimustele. Selleks on kalibreeritud nõela hoob varustatud kolme auguga (joon. 363). Kui kolvivarre ühenduslüli on ühendatud kõige vasakpoolsema auguga 12, on kolvikäik kõige pikem. Seda ühendust tuleb kasutada talvel külmaga,

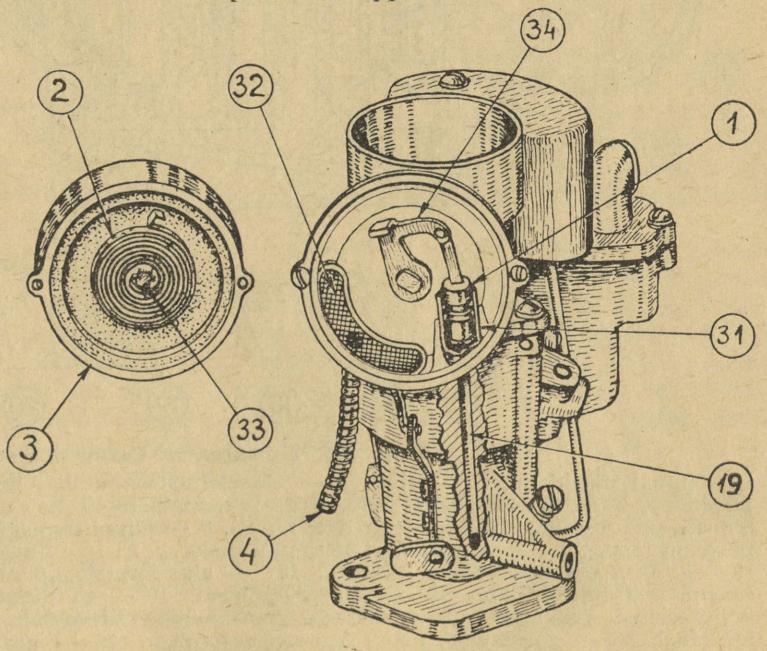
kui mootor vajab aktselereerimiseks rohkem kütust. Suvel aga, kui kütuse gaasistumine toimub paremini, tuleb aktseleratsioonpumba kolb ühendada parempoolse auguga 10. Siin on aktseleratsioonpumba kolvi käik kõige lühem ja mootor ei saa aktselereerimiseks asjatult liiga rikast küttesegu. Kevadel ja sügisel annab keskmine auk 11 paraja kolvikäigu.

Karburaatoril on õhupiiramisklapp, mille lahtioleku määra saab juhi istmelt vajaduse kohaselt õhupiiramisklapi nupu väljatõmbamisega reguleerida.

Et vähendada juhi hoolt õhupiiramisklapi kasutamisel ja et vältida asjatult mootori töötamist rikka küttesegu, kui juht unustuse või oskamatuse tõttu jättis õhupiiramisklapi õigeaegselt avamata, on osa Carter W-1 karburaatoreid varustatud automaatse õhupiiramisklapiga. See hoiab mootori käivitamisel õhupiiramisklapi kinni ja avab seda automaatselt sõltuvana mootori soojenemisest. On mootor saavutanud oma normaalse töötamistemperatuuri, hoidub õhupiiramisklapp täiesti avatuna.

Nimetatud automaatseadeldis koosneb bimetallvedrust 2 (joon. 364), mis asetseb karbis 3. Vedru sisemine ots on kinnitatud õhupiiramisklapi võlli külge (33), kuna väline ots toetub piiramiskolvi 1 hoovale. Kui mootor on külm, siis hoiab bimetallvedru pinge kolvi 1 oma kõrgemas asendis ja seega õhupiiramisklapi täiesti suletuna. Seega saab külm mootor käivitamisel rikast küttesegu. Kui mootor on käivitunud, imeb mootori poolt tekitav hõrendus kolvi 1 allapoole (õhupiiramisklapi kolvi silinder on kanali 19 kaudu ühenduses karburaatori segutoru alumise osaga). Imetuna liigub kolb allapoole, kuni bimetallvedru pinge tasakaalustab imijõu; sellega avaneb teatava määrani õhupiiramisklapp.

Mootori töötamisel tekib niivõrd suur hõrendus, et see imeb õhupiiramisklapi kolvi niipalju alla, et kolb vabastab silindri seinas oleva kanali 31 (joon. 364). Nüüd satub ka karp 3 kanalite 31 ja 19 kaudu mootori imimõju alla. Teisest küljest on karp 3 ava 4 ja sealt algava toru kaudu ühenduses mootori väljalasketoru küljes oleva õhusoojenduskarbiga. Mootori töötamisest kuumenev väljalasketoru soojendab ka õhusoojenduskarbis olevat õhku. See soe õhk imetakse mootori poolt läbi karbi 3. Läbides karbi 3 soojendab see õhk bimetallvedru, mille pinevus paisumise tõttu väheneb. Vähenenud bimetallvedru pinge võimaldab mootori poolt imetaval õhupiiramisklapi kolvil liikuda allapoole, millega õhupiiramisklapp rohkem avaneb. Kui mootor on küllalt soe töötamiseks tühikäigupihustilt saadava küttesegu, on ka õhupiiramisklapp täielikult avatud.



Joon. 364. Carter W-1 karburaatori automaatne õhupiiramisklapp.

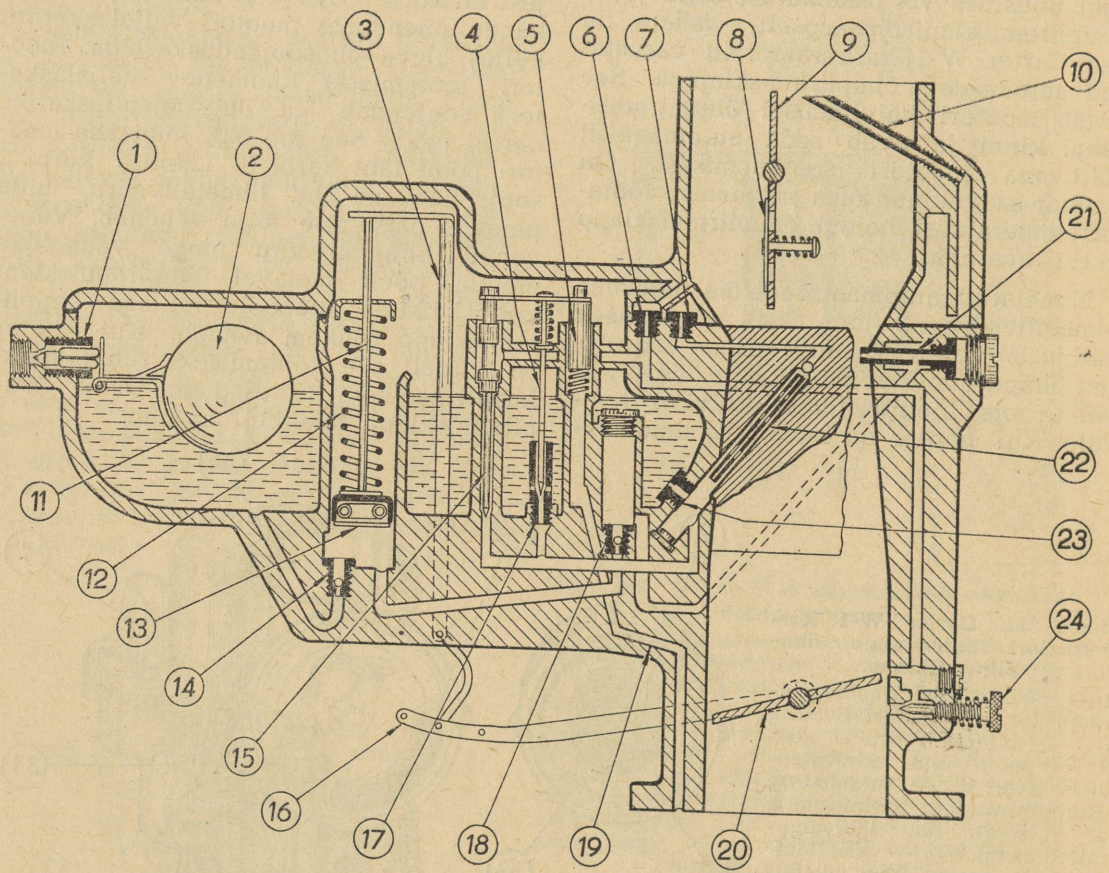
1 — automaatse õhupiiramisklapi kolb, 2 — bimetallvedru, 3 — bimetallvedru kest, 4 — sooja õhu sissevalgumise ava, 19 — automaatse õhupiiramisklapi imemiskanal, 31 — sooja õhu läbivalgumise kanal, 32 — sõel läbivoolavas soojas õhus leiduvate tolmukübemete kaitseks, 33 — õhupiiramisklapi telg, 34 — õhupiiramisklapi telge ja bimetallvedru siduv hoob.

Karp 3 on soojuse isoleerimiseks seestpoolt kaetud korgiga. Sõel 32 kaitseb õhus leiduvate tolmukübemekeste sattumist kolvi vahele, kus need võivad põhjustada kolvi kinnijäämist või silindriseinte kriimustusi.

Kui mootorit aktselereeritakse soojenemisjärgus, sulgub õhupiiramisklapp hetkeks täielikult, mis tuleb sellest, et gaasiklapi järsul avanemisel hõrendus hetkeks langeb, kuid sellest on küllalt, et bimetallvedru lükkaks õhupiiramisklapi hetkeks kinni, mistõttu mootor saab aktselereerimiseks vajalikku rikast segu.

Kui mootori soojenemise perioodil gaasiklapp täielikult avada, võib mootori aeglastel pööretel, kus hõrendus segutorus langeb peaaegu nullini, juhtuda, et hõrenduse puudusel õhupiiramisklapi kolb jääb alla imemata, mistõttu bimetallvedru pinge suleb õhupiiramisklapi. Sellisel juhul annaks karburaator mootorile asjatult liiga rikast segu. Et seda ei juhtuks, on õhupiiramisklapi hoovastik ehitatud selliselt, et gaasiklapi täielikul lahtiolekul on õhupiiramisklapp vähemalt osaliselt avatud.

Soojenemise perioodil peab mootor töötama umbes 35 km tunnikiiruse pööretel, et mootor „välja ei sureks" ja saaks korralikult õliringvoolu. Et mootori pöörete arv ei langeks soojenemise perioodil alla seda, on õhupiiramisklapi hoovastikul ette nähtud nukk, mis satub gaasiklapi tühikäigupöörete seadmise kruvi alla, jättes gaasiklapi sel määral



Joon. 365. Karburaator Carter ETT-1.

1 — ujuki nõelklapp, 2 — ujuk, 3 — aktseleratsioonpumba hoovastik, 4 — ökonomaiseri nõelklapp, 5 — ökonomaiseri kolb, 6 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava nippel, 7 — peapihusti pidurdusõhu kalibreeritud ava nippel, 8 — õhupiiramisklapi automaatklapp, 9 — õhupiiramisklapp, 10 — karburaatori tasakaalustustoru, 11 — aktseleratsioonpumba kolvivarras, 12 — aktseleratsioonpumba vedru, 13 — aktseleratsioonpumba kolb, 14 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 15 — tühikäigupihusti, 16 — gaasiklapi hoob, 17 — ökonomaiseri kalibreeritud ava nippel, 18 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 19 — ökonomaiseri imemiskanal, 20 — gaasiklapp, 21 — segurikastuspihusti, 22 — peapihusti, 23 — peapihusti kalibreeritud ava nippel, 24 — tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi.

avatuks. Kui mootor on saavutanud oma normaalse töötamistemperatuuri, pöördub ka õhupiiramisklapp asendisse, kus mainitud nukk ei asu enam gaasiklapi tühikäigupöörete seadmise kruvi all ja mootor saab, jala vabastamisel gaasipedaalilt, töötada tühikäigupööretel.

Juhul, kui käivitamise ajal mootor sai mingil põhjusel liiga palju „toorest", on võimalik mootori silindreid sel teel „läbi puhuda", et vajutatakse gaasipedaal täielikult alla ja käivitatakse mootor vända või käiviti abil. Gaasipedaali ja õhupiiramisklapi hoovastik on ehitatud selliselt, et gaasipedaali täielikul allavajutamisel avaneb osaliselt ka õhupiiramisklapp. See avamine on aga küllaldane, et mootor saaks silindrite puhastamiseks õhku vajalikul määral.

Kui mootor peatatakse peale pikemat töötamist, hakkab see kütuse hulk, mis on tühikäigupihustiseadmes, mootori läheduses soojenenud karburaatori kere tõttu aurustuma ning aurumisel tekkiv aururõhk surub selles kanalis oleva kütuse hulga peapihusti kaudu välja karburaatori segutorusse, ujutades karburaatori üle.

Selle vältimiseks on Carter-karburaator varustatud nn. antiperkolaatoriga. See on klapp, mis ühendab tühikäigupihustiseadme välisõhuga, kui gaasiklapp sulgub. Antiperkolaatori avamine toimub hoova abil, mis on seoses gaasiklapi hoovaga.

Joonisel 365 on toodud Carter ETT-1 karburaatori skeem, mida kasutatakse väikeste muudatustega mitmesugustel veoautodel. Karburaator on ehitatud allavoolu-karburaatorina, ujukiruumi ühendamise suhtes välisõhuga tasakaalustatult. Võrreldes Carter W-1 karburaatoriga töötab Carter ETT-1 vaid pneumaatilise kütuse pidurdamise põhimõttel. Erineb eelmistest selle poolest, et peapihusti ei ulatu mitte torukujulisena karburaatori segukoonusesse, vaid on ehitatud voolujoonelisse vaheseina, mis poolitab segukoonust. Kütus valgub peapihustist välja mõlemal pool vaheseina olevatest augukestest. Muus osas peaks karburaatori ehitus ja tegevus selguma jooniselt. Ökonomaiser rakendub tegevusse pneumaatiliselt. Aktseleratsioonpumba poolt sissepritsitava kütuse sissepritsimise vält pikendamine toimub vedru 12 survel, mida gaasiklapi sulgumisel varda 3 ja pumbakolvi varda 11 abil pinetatakse. Kuna pumbakolb on vardaga 11 seotud vedru 12 kaudu, võib gaasiklappi järsult avada, millele järgneb aktseleratsioonpumba kolvi aeglasem allaminek vedru 12 survel. Kui gaasiklappi aeglaselt avada, siis lisakütuse sissepritsimist aktseleratsioonpumba poolt ei toimu.

Karburaator MKZ-L-3

Karburaator MKZ-L-3, mida kasutatakse sõiduautol Zis-110, on ehitatud kütuse mehaanilise pidurdamisega kaksik-allavoolu-karburaatorina ja on ujukiruumi ühendamise suhtes välisõhuga tasakaalustatud, kusjuures kalibreeritud nõela rakendamine kütuse pidurdamiseks toimub pneumaatiliselt. Joonisel 365-*a* on toodud selle karburaatori skeem. Konstruktiivselt koosneb karburaator kolmest demonteeritavast peaosast:

a) plokist, mis koosneb kahest segutorust. Kumbki segutoru omab omaette gaasiklappi, mis on kinnitatud ühisele gaasiklapivõllile;

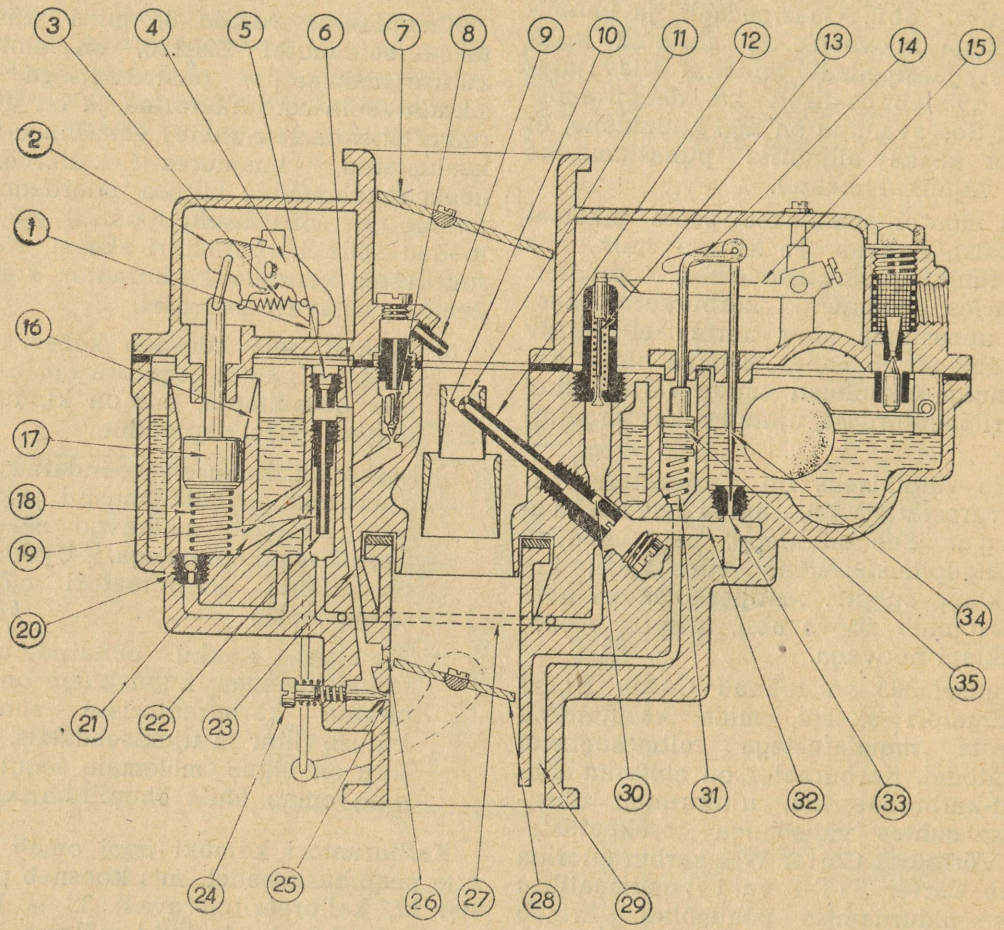
b) keskosast, kuhu on koondatud koos ujukiruumiga kõik pihustid ja küttesegu koostist määravad seadmed ühes segukoonustega. Ujukiruum on ühine karburaatori mõlema poole jaoks;

c) õhutorust, kokku ehitatud ujukiruumi kaanega, kuhu külge on kinnitatud karburaatorisse suubuva kütuse filter ja ujukiseadeldis. Õhutoru on ühine mõlemale segutorule ning omab ühist õhupiiramisklappi.

Karburaatori kumbki pool omab omaette peapihustiseadet, mis koosneb pihustist 12, kalibreeritud avast 33 ja kalibreeritud nõelast 34, kuid mõlema kalibreeritud nõela rakendamine toimub ühise pneumaatilise seadme abil. See seade koosneb silindrist, milles liigub kolb 35. Vedru 31 püüab kolbi ja ühes sellega varda 14 kaudu kalibreeritud nõela 34 ülespoole tõsta. Kolvi, ühtlasi kalibreeritud nõela kerkimise ulatuse, seega ka peapihustisse valguva kütuse hulga, tähendab küttesegu koostise, määrab karburaatori segutorus mootori pool gaasiklappi valitsev hõrendus. Viimane omakorda on sõltuv gaasiklapi seisundist.

Selleks on pneumaatilise seadme silinder altpoolt kolvi kanali 29 kaudu ühendatud karburaatori segutoruga mootori pool gaasiklappi.

Gaasiklapi vähesel lahtiolekul on mootori pool gaasiklappi suur hõrendus, mistõttu kolb 35 imetakse allapoole ja ühes sellega kalibreeritud nõel 24, mis vähendab kütuse läbivalgumise ava 33. Gaasiklappi rohkem avades väheneb hõrendus segutorus mootori pool gaasiklappi, mis võimaldab vedrule 31 kergitada kolbi 35 ja ühes sellega kalibreeritud nõela. Seega suureneb kütuse läbivalgumise ava, võimaldades suuremale kütusehulgale läbipääsu kalibreeritud avast 33. Selliselt hoiab karburaatori pneumaatiline seade automaatselt küttesegu koostist püsivana igasugustel gaasiklapi asenditel. Veel enam, see täidab ühtlasi ökonomaiseri aset, sest kalibreeritud nõela otsale vastava kuju andmisega saab gaasiklapi



Joon. 365-a. Karburaator MKZ-L-3.

1 — gaasiklapi ja aktseleratsioonpumba sidestusvarras, 2 — aktseleratsioonpumba hoova alumine pool, 3 — aktseleratsioonpumba hoova vedru, 4 — aktseleratsioonpumba hoova ülemine pool, 5 — tühikäigupihusti pidurdusõhu kalibreeritud ava, 6 — tühikäigupihusti õhuava, 7 — õhupiiramisklapp, 8 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 9 — segurikastuspihusti, 10 — peapihusti suue, 11 — peapihusti pidurdusõhu ava, 12 — peapihusti, 13 — klapp peapihustiseadme ühendamiseks välisõhuga, 14 — pneumaatilise seadme kolvi varras, 15 — peapihusti välisõhuklapi avamishoob, 16 — pihkekütuse tagasivalgumise pilu, 17 — aktseleratsioonpumba kolb, 18 — aktseleratsioonpumba kolvivedru, 19 — tühikäigupihusti, 20 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 21 — segurikastuskütuse edasijuhtimise kanal, 22 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava, 23 — tühikäigu küttesegu kanal, 24 — tühikäigu reguleerimiskruvi, 25 — tühikäigupihusti suue, 26 — tühikäigupihusti suue, 27 — tühikäigu kütuse juurdevalgumise kanal, 28 — gaasiklapp, 29 — imemiskanal, 30 — peapihusti pidurdusõhu ava, 31 — pneumaatilise seadme vedru, 32 — peapihustikütuse kanal, 33 — peapihusti kalibreeritud ava nippel, 34 — kalibreeritud nõel, 35 — pneumaatilise seadme kolb.

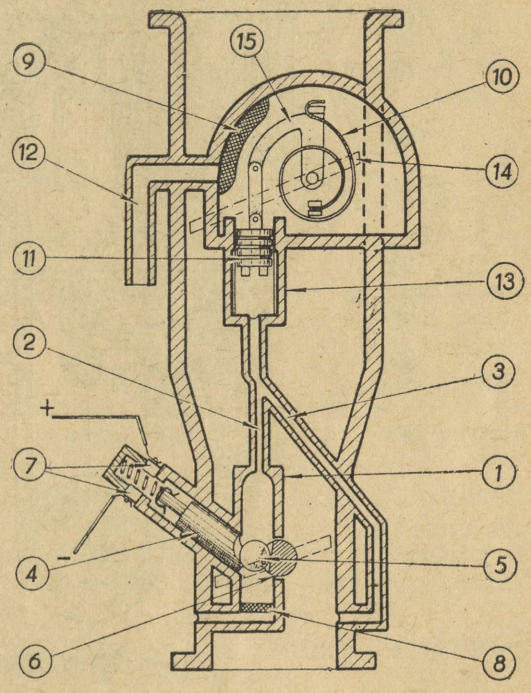
täiesti avatud asendis moodustada vajadusekohast jõurikkamat küttesegu. Peapihusti otsas on ette nähtud kaks ava, alumise kaudu valgub kütus peapihustist välja segunemistorusse, pealmise kaudu voolab pidurdusõhk peapihustisse, tekitades seal kütuse emulsiooni. See aitab kaasa kütuse paremale pihustumisele.

Kumbki karburaatori pool omab omaette tühikäiguseadet, mis astuvad tegevusse mootori aeglastel pööretel. Tühikäiguseade koosneb kütusekaevust, milles asetseb tühikäigupihusti kalibreeritud avaga 22. Kütus pääseb tühikäigupihustisse kalibreeritud ava 33 ja kanali 27 kaudu. Läbides tühikäigupihusti, seguneb kütus esmakordselt tühikäigu pidurdusõhuga, mis suubub pihustisse kalibreeritud ava 5 kaudu, moodustades emulsiooni, millele lisandub õhk ava 6 kaudu. Tekkiv tühikäigu küttesegu suundub karburaatori segutorusse kanali 23 ja kahe suudme 25 ja 26 kaudu, milliseid on kummaski segunemistorus. Tühikäigu küttesegu koostist saab reguleerida reguleerimiskruvi 24 ja gaasiklapi asendi piirdekruvi kooskõlastatud reguleerimisega.

Karburaator omab ühist aktseleratsioonpumpa mõlema poole jaoks, kuid segurikastuskütuse sissepritsimine toimub mõlemasse segunemistorusse kummaski oleva segurikastuspihusti kaudu eraldi. Aktseleratsioonpump astub tegevusse gaasiklapi järsul avanemisel. Aktseleratsioonpumba kolvivarras on kahe vedruga 3, hoovaga 2 ja 4 ning varda 1 kaudu sidestatud gaasiklapiga. Vedru on selleks, et pikendada segurikastuskütuse sissepritsimise vältust, sest gaasiklapi järsul avanemisel vedru pinetub aktseleratsioonpumba kolvi takistusest, mis gaasiklapi peatumisel antud asendisse siiski veel aktseleratsioonpumba kolvi alla surub. Segurikastuskütus pääseb kanali 21 kaudu, mis hargneb kaheks, kummagi karburaatori poole segurikastuspihustisse. Aktseleratsioonpump omab imemisklappi 20 ja surveklappi 8, mis ühtlasi takistab mootori tavalisel töötamisel kütusel pääsu segutorusse, imemise mõjul segutorus valitseva hõrenduse tõttu. Aktseleratsioonpumba kolvi aeglasel allaliikumisel, mis leiab aset gaasiklapi aeglasel avamisel, valgub segurikastuskütus aktseleratsioonpumba kolvi ja silindri seina vahelt läbi pealepoole kolbi ja sealt pilu 16 kaudu tagasi ujukiruumi.

Et vältida gaasiklappide järsul sulgumisel kütuse edasist valgumist peapihusti kaudu segukoonusesse, kus vaatamata gaasiklapi sulgumisele on veel hõrendus, mille tõttu imetakse kütus kalibreeritud ava 33 ja peapihusti kaudu segutorusse, on ette nähtud klapp 13, mis avaneb pneumaatilise seadme kolvi 35 täielikul allaliikumisel ja ühendab peapihusti välisõhuga, kaotades seal hõrenduse.

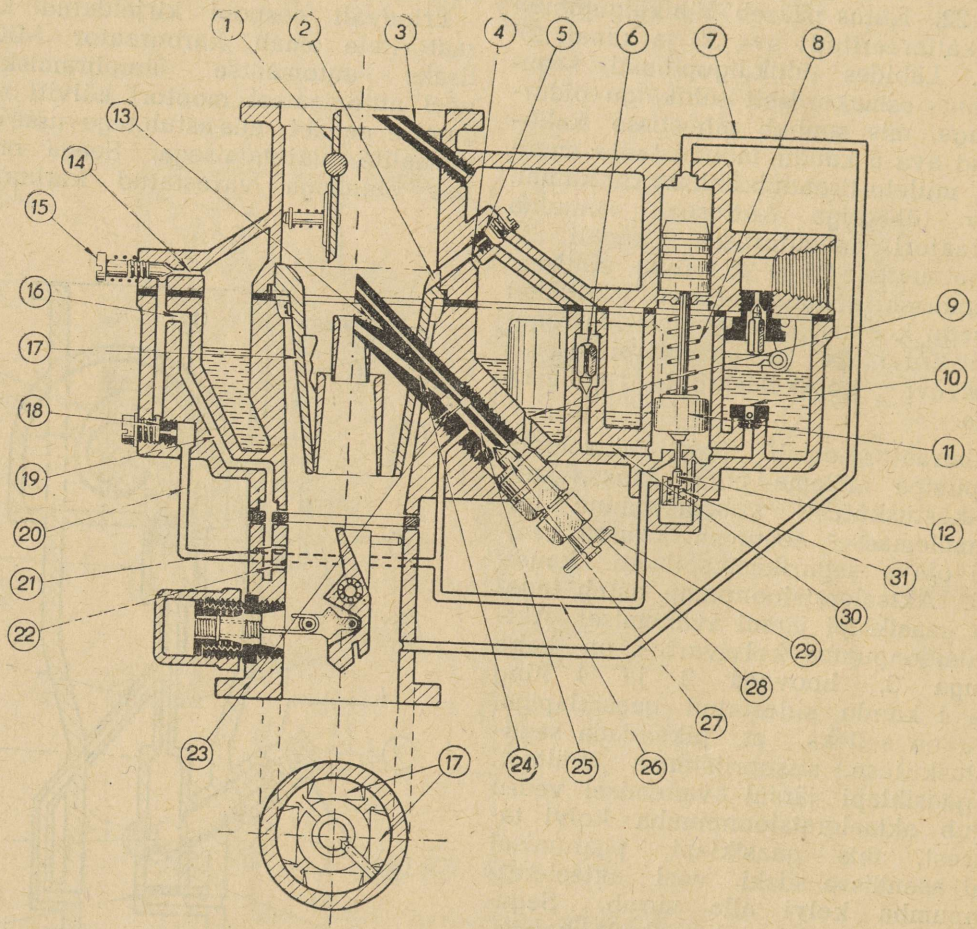
Erinevalt eespool kirjeldatud karburaatoritele omab karburaator MKZ-L-3 lisaks automaatse õhupiiramisklapile veel automaatset mootori käiviti rakendamise seadet, mis astub tegevusse gaasipedaalile vajutamisega. Seega on sellise abinõuga varustatud karburaatori



Joon. 365-b. MKZ-L-3 automaatse käiviti rakendamise seadme skeem.

1 — lülitusseadme silinder, 2 — imemiskanal, 3 — imemiskanal, 4 — lülitusseadme kolb, 5 — teraskuul, 6 — gaasiklapi võlli väljalõige, 7 — käiviti lülitusvoolu klemmid, 8 — sõelfilter, 9 — sõelfilter, 10 — bimetallvedru, 11 — õhupiiramisklapi kolb, 12 — imemistoru, 13 — automaatse õhupiiramisklapi silinder, 14 — õhupiiramisklapp, 15 — õhupiiramisklapi hoob.

olemasolul mootori käsitsemine veelgi lihtsustatud, sest siin on käiviti rakendamiseks vajalik käiviti pedaal või elektriline käivituslüliti ülearune. Mootori käivitamiseks piisab vaid gaasipedaali allasurumisest jalaga. Joonisel 365-*b* on toodud selle seadeldise töötamise skeem. Nagu sellelt skeemilt selgub, koosneb see seadeldis silindrist 1, mis on kanali 2 ja 3 kaudu ühenduses karburaatori segutoruga mootori pool gaasiklappi, nurgi asetatud kolvist 4, mis lülib tõustes käiviti elektromagnetilise käivituslüliti tegevusse. Kolvi 4 tõstmine toimub teraskuuli 5 abil, mis toetub gaasiklapipideme võlli eriprofiilsele väljalõikele 6. Gaasiklapivõlli pööramisel (mis toimub gaasipedaalile vajutamisel) tõstetakse kolb üles, mille tõttu ühenduvad elektrikontaktid 7 ning selle tulemusena käiviti käivitab mootori. Mootori käivitamisel tekib mootori pool gaasi-



Joon. 365-c. Karburaatori Gaz-51 skeem.

1 — õhupiiramisklapp, 2 — segurikastuskütuse pihusti suue, 3 — tasakaalustusõhu toru, 4 — ujukiruumi õhuava, 5 — segurikastuspihusti, 6 — aktseleratsioonpumba surveklapp, 7 — aktseleratsioonpumba pneumaatilise rakendusseadme imemiskanal, 8 — aktseleratsioonpumba vedru, 9 — peapihusti kütuse kanal, 10 — aktseleratsioonpumba imemisklapp, 11 — aktseleratsioonpumba kolb, 12 — ökonomaiseri nõelklapp, 13 — peapihusti plokk, 14 — tühikäigupihusti õhuava, 15 — tühikäigu reguleerimiskruvi, 16 — tühikäigu küttesegu kanal, 17 — õhukoonus, 18 — tühikäigupihusti kalibreeritud ava nippel, 19 — tühikäigu küttesegu kanal, 20 — tühikäigu kütuse juurdevalgumise kanal, 21 — tühikäigupihusti suue, 22 — tühikäigupihusti suue, 23 — peapihusti rõngaskanal, 24 — peapihusti alumine kanal, 25 — peapihusti kalibreeritud ava, 26 — kütuse juurdevalgumise kanal ökonomaiserisse, 27 — peapihusti reguleerimiskruvi, 28 — peapihusti kalibreeritud ava, 29 — peapihusti reguleerimiskruvi pide, 30 — segurikastuskütuse kanal, 31 — ökonomaiseri nõelklapi vedru.

klappi suur hõrendus, mistõttu imetakse teraskuul 5 üles silindrisse 1 ning vedru surub kolvi 4 alla, lahutades kontaktid 7. Käiviti lakkab töötamast. Läbi silindri 1 imetava õhu puhastamiseks tolmust on nähtud ette sõelfilter 8.

Karburaatori MKZ-L-3 automaatne õhupiiramisklapp töötab analoogiliselt Carter W-1 karburaatori õhupiiramisklapiga ning ei vaja siin korduvat kirjeldust.

Karburaator Gaz-51.

Karburaator, mis on võetud kasutamisele veoautol Gaz-51 (joon. 365-c), erineb eespool toodud karburaatoritest selle poolest, et siin ei toimu küttesegu koostise alalhoidmine igasugustel pööretel ja koormusel kütuse hulga pidurdamisega pneumaatiliselt või mehaaniliselt, samuti mitte kompenseeriva pihustiga, vaid õhutorust segutorusse voolava õhuhulga automaatse reguleerimisega, mis toimub õhutorusse asetatud segukoonuse 17 õhu läbivoolamise ava suuruse muutumisega. Seda saavutatakse õhukoonuse erilise konstruktsiooniga, kus õhukoonuse moodustavad neli vetruvat plaati, mis painduvad sõltuvalt läbivoolava õhuvooluse tugevusest. Plaatide vetrumise määr on valitud selline, et plaatide paindumisel läbivoolav õhu hulk annab pihustitest väljavalguva kütuse hulgaga pidevalt õige küttesegu koostise igasugustel mootori pööretel ja koormusel.

Karburaator Gaz-51 on ehitatud allavoolu-karburaatorina; ujukiruumi ühendamise seisukohalt välisõhuga on ta ehitatud tasakaalustatult.

Konstruktiivselt koosneb karburaator kolmest osast:

a) õhutorust, mis on kokku ehitatud ujukiruumi kaanega,

b) keskosast, mis koosneb kolmest küljest ujukiruumiga ümbritsetud seguruumist ja nende vahele koondatud kõigi pihustite ning küttesegu koostist määravate seadmetega,

c) segutorust, kuhu on paigutatud gaasiklapp ja pööreteregulaator.

Peapihusti koosneb kahest pihustist, mis moodustavad ühise ploki. Kütus pääseb peapihustisse ava 9 kaudu ning sealt kalibreeritud avade 25 ja 28 kaudu mõlemasse pihustisse. Kalibreeritud ava 25 on reguleeritav reguleerimisnõela 27 abil, millega saavutatakse vajalik küttesegu koostis.

Tühikäiguseade saab kütust peapihustist kanali 20 kaudu. Tühikäigu kütuse hulga määrab tühikäigu kalibreeritud ava 18. Tühikäigu pidurdusõhk pääseb tühikäiguseadmesse kanali 14 kaudu. Pidurdusõhu hulga reguleerimiseks on kruvi 15. Kanalis 16 tekkiv tühikäigu küttesegu emulsioon voolab kanali 19 kaudu tühikäigupihusti kahte suudmesse 21 ja 22.

Karburaatoril on pneumaatiliselt rakenduv ökonomaiser, mis on ehitatud aktseleratsioonpumbaga kokku. Segurikastuskütuse juurdeandmine ökonomaiseri poolt toimub kanali 26 ja peapihusti kaudu. Seadme rakendumine aktseleratsioonpumbana toimub samuti pneumaatiliselt, kus järsul gaasiklapi avamisel tekkiva hõrenduse vähenemisel vedru 8 surub kolvi 11 alla, paisates segurikastuskütuse läbi surveklapi 6 ja segurikastuspihusti 5 karburaatori segukoonusesse. Aktseleratsioonpumba imemisklapiks on kuulklapp 10. Surveklapp 6 ja õhuava 4 väldivad kütuse pääsu aktseleratsioonpumba kaudu segukoonusesse mootori tavalises töötamisolukorras ja gaasiklapi aeglasel avamisel, ning väldivad samuti õhupiiramisklapi kinniolekul kütuse imemist aktseleratsioonpumbaseadme kaudu segukoonusesse.

Pööreteregulaator töötab analoogiliselt Solex-karburaatori pööreteregulaatoriga, mille töötamine on eespool selgitatud (vaata lk. 182) ning ei vaja siin kordamist.

Käivitamiseks on karburaator varustatud õhupiiramisklapiga.

Samal põhimõttel töötav karburaator on asetatud sõiduautole „Pobeda", kuid väheste konstruktiivsete erinevustega, milledest peamine on see, et siin on ära jäetud pööreteregulaator ning ujukiruum ei ümbritse segutoru kolmest küljest, vaid asetseb segutoru ühel küljel.

KARBURAATORITE RIKKED JA HOOLDAMINE

Enne kui süüdistada karburaatorit

Toodud näidetest karburaatorite ehituse ja töötamise kohta selgub, et karburaator on üks komplitseeritumaid ja tundlikumaid seadmeid, mida kasutatakse jõuvankreil. Selle üksikosade töötamise täpsusest sõltub suuresti mootori korralik ja ökonoomne töötamine. Kuid teisest küljest on nüüdisaja karburaatorid, vaatamata oma näivale keerukusele, ehitatud sedavõrd töökindlatena, et rikete tekkimine neis vähegi korralikul hooldamisel on minimaalne. Kuna aga karburaator koosneb tervest reast liikuvaist üksikosadest, mis kasutamisel kuluvad, ei saa karburaatorilt nõuda, et see töötaks jõuvankri kogu ea vältel samuti nagu uus, vaid siingi tuleb üksikosi aegajalt seada, korrastada või uuendada.

Enne aga, kui süüdistada karburaatorit mootori korratus töötamises või suures kütuse kulus ja asuda selle kordaseadmisele, peab olema kindlalt veendutud, et kõik muud tegurid, millest sõltub mootori laitmatu ja ökonoomne töötamine, pole korratuse põhjustajaks.

Need tegurid on:

a) süütevõimeline õigeaegne säde,
b) õige gaasijaotus,
c) tarvilik kompressioon silindrites,
d) korralikult töötav õlitusseade,
e) mootori hea jahutus,
f) sobiv kütus,
g) takistusvaba kütuse juurdeandmine,
h) puhas õhufilter.

Alles siis, kui leitakse kontrollimisel, et kõik need tegurid on täiesti korras, võib asuda karburaatori seadmisele. Seepärast, rääkides siin karburaatori riketest, mõtleme selle all vaid neid rikkeid, mis on tingitud karburaatorist endast.

Loomulikult ei saa siin kõiki rikkeid loetleda, mis üksikute karburaatoritüüpide juures ilmnevad, tingituna selle konstruktsiooni iseärasustest, sest see viiks liialt üksikasjadeni, vaid peatume siin põhimiste üldiste rikete esiletoomisega.

Vaatame ilmnevaid rikkeid karburaatorite üksikseadmete kaupa.

Rikked ujukiseadmes

Üks olulisemaid rikkeid, mis esineb karburaatoreil, on kas liiga madal või liiga kõrge kütuse nivoo ujukiruumis.

Liiga madala kütuse nivoo tõttu ujukiruumis annab karburaator ülemäära vaese koostisega küttesegu, mis põhjustab tõrkeid käivitamisel, mootori võimsuse langu, ülekuumenemist ja korratut töötamist ning kütuse ülekulu. Liiga vaese segu tunnused on „aevastus" või „turtsumised" karburaatoris, liiga rikka segu tunnus on must tahma värvusega suits väljalasketorustikust.

Liiga kõrge kütuse nivoo tõttu annab karburaator ülemäära rikast segu või ujutab karburaatori koguni üle, sest peapihustis võib kütuse nivoo tõusta üle pihusti suudme, valgudes sealt kogu aja välja. Halvemal juhul peseb ülemääraselt mootori silindritesse sattuv kütus silindriseintelt maha õlikihi, mis kutsub esile silindrite ja kolbide asjatut kulumist, satub karterisse, veeldades seal õli, millega see kaotab oma määrimisvõime, põhjustades mootori laagrite väljasulamist ja muid mehaanilisi rikkeid, heal juhul põhjustab aga kütuse ülekulu ja mootori korratut töötamist.

Liiga madala kütuse nivoo põhjustajaks ujukiruumis on peamiselt ärapaindunud ujuki hoob, mis suleb nõelklapi.

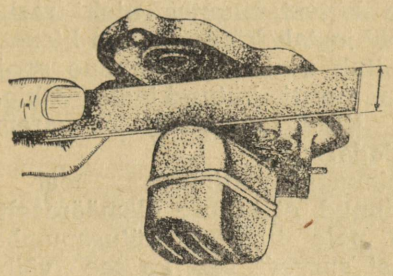
Liiga kõrget kütuse nivood põhjustab kas ärapaindunud ujuki hoob, takerduv ujuk, osaliselt uppunud ujuk, ebatihe või takerduv ujukinõel.

Karburaatori ujukiruumi kütuse nivood tuleb vähemalt iga 25 000 km sõidu järel kontrollida. Selle kohta on vastavad tehase eeskirjad olemas. Tavaliselt antakse kontrollmõõted kas ujukiruumi servast kütuse nivooni (joon. 366) või ujukiruumi servast ujuki servani (joon. 367). Näiteks peab vahe ujukiruumi servast kuni kütuse pinnani ujukiruumis Gaz-Zenith, Gaz M-1 ja MKZ-6 karburaatoritel olema 16 mm, eespool toodud Stromberg BXOV-1 karburaatoril samuti 16 mm. Carter ETT-1 karburaatoril mõõdetakse see vahe ujukiruumi servast kuni ujukini, see vahe peab olema 2,0 mm. Karburaatoril Zenith 27 AV-11 mõõdetakse see vahe karburaatori ujukiruumi servast kuni ujuki alumise servani

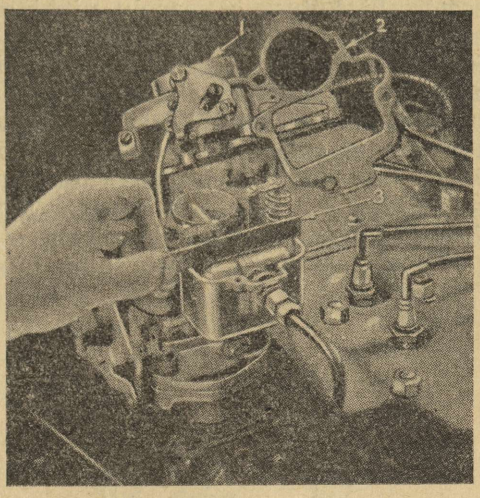
ning see peab olema 40,2—42,4 mm piires. Tavaliselt ei tohi tegelik kütuse nivoo ujukiruumis erineda ettekirjutatud mõõdust üle 1,0 mm.

Mõnel karburaatoritüübil toimub kütuse nivoo kontrollimine selleks ettenähtud korgi väljakeeramisel (joon. 368), mõnel tuleb külge panna eriline kontrollklaas (joon. 369), millesse valgub kütus samale nivoole kui ujukiruumis.

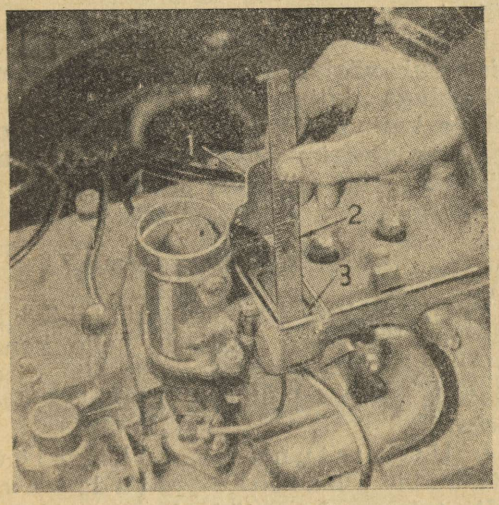
Kui kütuse nivoo osutub kontrollimisel ebaõigeks, tuleb asuda selle reguleerimisele. See toimub kõige lihtsamal korral ujuki hoova painutamisega, mis suleb nõelklapi, või nõelklapipesa all olevate



Joon. 366. Ujukiruumi kütuse nivoo mõõtmine.



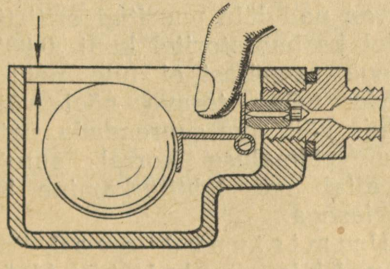
Joon. 367-a. Ujukiruumi kütuse nivoo mõõtmine.



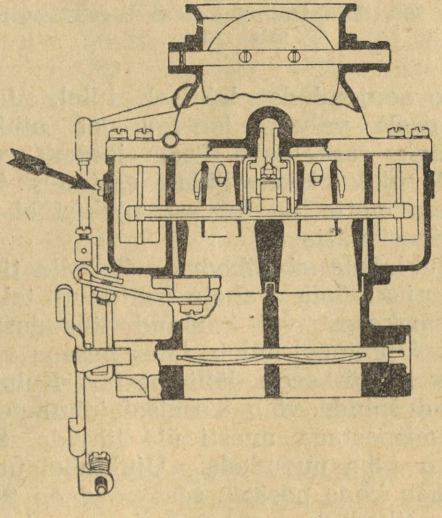
Joon. 366-a. Ujukiruumi kütuse nivoo mõõtmine.

tihendusseibide vahetamisega vajaduse korral kas õhemate või paksemate vastu. Kütuse nivoo alandamiseks tuleb panna paksem tihend.

Esineb ka juhtumeid, kus ujukisse, mis on valmistatud õhukesest vaskplekist,

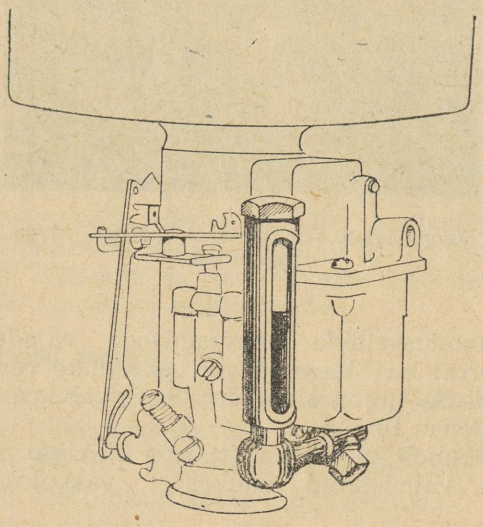


Joon. 367. Ujukiruumi kütuse nivoo mõõtmine.



Joon. 368. Karburaator korgiga ujukiruumi kütuse nivoo kontrollimiseks.

tekib väike auguke. Selle kaudu immitseb kütus ujuki sisemusse — ujuk muutub raskemaks ja vajub sügavamale kütuse sisse. Seetõttu kütuse nivoo tõuseb ülemääraselt, põhjustades karburaatori üleujutamist. Kütusel, eriti bensiinil, on omadus läbi immitseda ka kõige väiksemast, paljale silmale nähtamatust augukesest. Et kütuse olemasolu ujuki sees kindlaks teha, tuleb ujuk välja võtta ja kõrva lähedal loksutada või asetada ujuk kuuma vette, kus gaasistuva kütuse ja õhu väikesed mullikesed hakkavad august välja tulema. Ujukisse valgunud kütust saab soojendamisega välja aurutada, mille järel võib teda kinni joota. Siinjuures peab kõigepealt olema ettevaatlik plahvatusohu suhtes ning ujukit



Joon. 369. Ujukiruumi kütuse nivoo kontrollimise klaas.

mitte soojendada lahtisel tulel. Joota äärmiselt vähese jootega, et ujuk ei muutuks raskemaks. Peale jootmist veel kord ujuk kontrollida, asetades teda kuuma vette — tervest ujukist ei tule mullikesi välja.

Ujukinõela ebatihedus võib olla tingitud ujukinõela vahele sattunud tolmukübemekesest või kulunud tihenduspinnast. Ujukinõel tuleb ühes pesaga välja võtta ja kütusega läbi pesta. Kulunud tihenduspinda võib äärmisel juhul peene lihvimispastaga uuesti üle lihvida, kuid parem juba uuendada. Ujukinõel uuendatakse koos pesaga, sest need on tehases tiheduse saavutamiseks kokku sobitatud. Ujukinõela tihedust proovitakse läbipuhumisega. Ujuki tagasimonteerimisel kontrollitakse selle vaba õõtsumist teljel ja vaba liikumist juhtpesas. Kui ujuk on saanud muljuda või mõne mõlgi, siis tuleb see tingimata uuendada, sest ka need põhjustavad kütuse tasapinna ülemäärast tõusu ujukiruumis.

Vanematüübilistel karburaatoritel kasutati ka korgist ujukit. Siin võib juhtuda, et rikutud kattekihi tõttu korki imbub kütust, muutes ujuki raskemaks, mis põhjustab kütuse nivoo liigset tõusu. Siin aitab ujuki kuivatamine soojas kohas ja uuesti kütusekindla lakiga katmine. Kuid loomulikult on parem ujuk uuendada.

Eksimuste vältimiseks peab olema veendunud, et kütuse ülemääraselt kõrge nivoo pole tingitud kütusepumba liiga kõrgest survest, sest ka see võib seda põhjustada. Kütusepumba surve peab olema 0,2—0,3 at piirides. Liiga madala kütusepumba surve tõttu saab mootor täisvõimsuse saavutamiseks liiga vähe kütust.

Kütuse nivoo tõuseb ujukiruumis ka siis, kui võetakse tarvitusele kergema erikaaluga kütus, kui on ette nähtud sellele karburaatorile, kuid karburaatori ümberreguleerimisele tuleb asuda vaid siis, kui vahe erikaalus on üle 0,04.

Rikked tühikäiguseadmes

Kuigi rikked karburaatori tühikäiguseadmes sõltuvad osaliselt selle konstruktiivseist iseärasusist, võib siin siiski peatuda mõnedel üldistel riketel. Need oleksid:

1. Ummistunud tühikäigupihusti kalibreeritud ava. Selle tulemuseks on tõrked mootori käivitamisel. Kuna need avad on väga väikese läbimõõduga, siis piisab mõnest väikesest tolmukübemekesest, et see ummistuks. Kuigi need avad on väga väikesed, on nad läbi puuritud eriti täpselt, mõnedel karburaatoritel kuni 0,005 mm täpsusega, seepärast ei tule neid mitte urgitseda mõne terava nõela või traadiga, mis võib ava suurendada, vaid läbi puhuda, võimaluse korral suruõhuga. Vahel aitab ava lahtitorkamine jõhviga või hariasega.

2. Ummistunud avad, mille kaudu õhk voolab tühikäiguseadmesse. Kuigi uuematel karbu-

raatoritel saab tühikäiguseade õhku mitte otseselt välisõhust, kust pääseks tolm pihustiseadmesse, vaid karburaatori õhutorust, kus on õhufiltrit läbinud puhas õhk, võib siiski juhtuda, et tühikäiguseadme õhu sissevooluavad ummistatakse karburaatori õhutoru seintele koguneva mustusekihi poolt. Selle tunnuseks on, et mootor töötab tühikäigupööretel korralikult ainult siis, kui tühikäigupöörete reguleerimiskruvi on keeratud ülemäära rikkale tühikäigu küttesegukoostisele.

3. Ummistunud tühikäigupihusti suudmed. Selle tunnuseks on tõrked mootori käivitamisel ja mootori korratu töötamine tühikäigupööretel. Seda võib juhtuda tahmumisest, mis tekib karburaatori segutoru seintele tule tagasilöögi puhul karburaatorisse ja segutorust läbivoolavas õhus leiduvatest tolmukübemetest. Karburaatori segutoru gaasiklapi kohalt kütusega niisutatud lapiga puhastada ja tühikäiguseade suruõhuga läbi puhuda.

4. Kulunud gaasiklapi võll, mis laseb lisaõhku karburaatori segutorusse mootori töötamisel tühikäigupööretel, kui gaasiklapp on peaaegu suletud. See teeb tühikäigu küttesegu vaesemaks, kui korralikuks põlemiseks on vajalik. Ka ei satu siis gaasiklapp kulunud võlli tõttu igakord õigesse asendisse tühikäigupihusti suudmete suhtes, mistõttu mootor ei saa gaasiklapi avanemisel igakord sama koostisega küttesegu. Mootor aktselereerub siis kord aeglasemalt, kord kiiremalt.

Rikked peapihustiseadmes

Sagedamini esinevaid rikkeid on peapihustiseadme ummistused. Ummistuse tõttu mootor ei saa vajalikul määral kütust, ning selle võimsus langeb. Ummistust põhjustab peamiselt ujukiruumi põhja sadestuv sodi, mis suleb pääsu kütusele peapihustiseadmesse. Ka peapihusti ning kompenseeriva pihusti kalibreeritud ava võib olla ummistunud, mis takistab kütuse läbipääsu. Siin aitab vaid sodi kõrvaldamine ja suruõhuga läbipuhumine.

Kulunud pihusti- või kalibreeritud ava annab liiga rikka segu, mis tõstab kütuse kulu. Mõnel karburaatoritüübil võib ebatihe peapihusti võimaldada kütuse otsest pääsu karburaatori segutorusse, mis tõstab samuti kütuse kulu. Mehaanilise kütuse pidurdamise seadmega karburaatoril põhjustab sama kulunud kalibreeritud varda ots ja kulunud kalibreeritud ava. Kui kalibreeritud varras paindunud hoovastiku tõttu asetseb kalibreeritud avas ettenähtust kõrgemal, saab mootor liiga rikast küttesegu. Juba 1-mm-ne valeasend mõjutab tunduvalt küttesegu koostist. Ettenähtust madalam kalibreeritud varda asend ei võimalda mootoril saavutada täisvõimsust.

Kompenseeriva pihustiga karburaatoril võib esineda pihusti kõverdumist, millega pihusti suue viiakse välja määratud asendist segukoonuses. Sellega takistub kütuse korralik pihustumine. Seepärast ettevaatust karburaatori puhastamisel ning lahti- ja kokkumonteerimisel.

Rikked aktseleratsioonpumbaseadmes

Aktseleratsioonpumba ebatihe imemisklapp laseb osa kütust ujukiruumi tagasi, selle asemel et kõike kütust suruda karburaatori segukoonusesse. Ebatihe surukläpp võimaldab pumba imemiskäigul õhul pääseda pumba silindrisse — aktseleratsioonpump ei saa täistäidet ja mootor ei aktselereeru korralikult. Kui klappide puhastamine ei aita, siis tuleb need uuendada.

Ebatihe kolb laseb pumba imemiskäigul õhku pumba silindrisse — pump ei saa täistäidet. Ebatihe kolb laseb surukäigul õhku pumba kolvi alt välja, mistõttu karburaatori segukoonusesse pumba poolt surutava kütuse sissepritsimise välde on lühike ja mootor ei aktselereeru hästi. Mõnedel aktseleratsioonpumpadel on imemisklapi ette pandud sõel. Kui see ummistub, takistub kütuse imemine pumpa. Sõel tuleb väikese pehme harjaga puhastada. Kui karburaatoril, millel on eraldi aktseleratsioonpumba pihusti, on see lahtiselt oma pesas, siis pääseb kütus pihustamata otseselt karburaatori segukoonusesse — mootor ei aktselereeru hästi.

Aktseleratsioonpumba kulunud hoovastik põhjustab mitteõigeaegset kütuse surumist karburaatori segukoonusesse — ka siis mootor ei aktselereeru hästi.

Rikked õhupiiramisklapis

Õhupiiramisklapis esineb harva rikkeid. Võib esineda klapivõlli paindumine või klapihoova logisemine klapivõlli küljes, trossi kinnituskruvi võib olla kulunud või klapp erakordsel juhtumil murdunud. Kui õhupiiramisklapp paindunud võlli või mõlgistatud karburaatori õhutoru tõttu ei avane täielikult, saab mootor liiga rikast küttesegu. Karburaatori õhutoru mõlgistub kergesti õhupuhasti liiga tugeval kinnikeeramisel. Kui samadel põhjustel õhupiiramisklapp ei sulgu korralikult, on käivitamine raskendatud.

Õhupiiramisklapi automaatklapi vedru võib murduda või kaotab roostetamise tulemusena oma pinevuse. See toob tõrkeid mootori käivitamisel. Siinjuures tuleb mainida, et kõik karburaatori vedrud omavad kindlat vetruvuse määra sõltuvalt koormatusest, seepärast tuleb neid uuendada ainult samasugusega.

Sagedamini esinevad rikked automaatses õhupiiramisklapiseadmes, mis põhjustavad peamiselt suurendatud kütusekulu. Näiteks Carter W-1 karburaatori õhupiiramisklapiseadmes takistab klapi kolvi vahele sattuv prügiterake kolvi liikumist, mistõttu õhupiiramisklapp ei avane täielikult mootori imemistoimel — karburaator annab liiga rikast segu. Ummistunud bimetallvedru kesta sõel takistab sooja õhu läbivoolu, mistõttu klapp avaneb liiga aeglaselt. Kui bimetallvedru kesta korktihend on murdunud või ebatihe, võimaldab see külmal välisõhul pääseda kesta. Selle tagajärjel bimetallvedru ei soojene küllalt kiiresti ja õhupiiramisklapp ei avane õigeaegselt. Sedasama võib põhjustada ebatihe õhutoru, mis ulatub väljalasketorust kuni karburaatorini. Õhupiiramisklapi automaatseadme imemistoru ebatihe tihend võimaldab lisaõhul pääseda imemistorusse, mistõttu imemistoime väheneb. Vähenenud imemistoime (hõrendus) ei suuda õhupiiramisklapi kolbi tarvilikul määral alla tõmmata, mistõttu õhupiiramisklapp jääb osaliselt suletuks — mootor saab ülemäära rikast küttesegu.

Karburaatori korrasoleku tunnused

Jõuvankri ekspluateerimisel osutub sageli vajalikuks jõuda selgusele, ilma et karburaatorit maha võetakse, kas karburaator on korras või mitte. Olgu allpool järgnevalt toodud mõned praktilised võtted, mis aitavad seda kindlaks määrata. Need võtted on aga kasutatavad ainult allavoolu-karburaatorite kohta.

1. Kas bensiini nivoo ujukiruumis on liiga kõrge?

Selle kontrollimiseks võetakse õhupuhasti karburaatori küljest ära, lastakse mootoril töötada tühikäigupööretel ning vaadatakse karburaatori õhutorust sisse (kui on pime, siis kasutada elektrivalgust). Kui peapihustist tilgub kütust välja, pihusti ots on vähegi märg või vaheldumisi märg ja kuiv, siis on kütuse nivoo ujukiruumis liiga kõrge, mis pihusti uputab üle. Asuda kütuse nivoo reguleerimisele ujukiruumis.

2. Kas tühikäiguseade on korras?

Selle kontrollimiseks keerata tühikäigupöörete reguleerimiskruvi vaesemale segule ja siis jälle tagasi, kuni mootori pöörded muutuvad endiseks. Kui mootori pöörded tühikäigupöörete reguleerimiskruvi sisse- ja väljakeeramisega vähenevad ja tõusevad, on tühikäiguseade korras. Peale selle peab tühikäiguseade võimaldama gaasiklapi avamisel mootori pöörete takistamatut tõusu tühikäigupööretest kuni 35 km tunnikiiruse pööreteni ning nendel pööretel mootori korralikku töötamist. Kui karburaator seda võimaldab, on tühikäiguseade korras.

3. Kas peapihustiseade on korras?

Selle kontrollimiseks lastakse mootorit töötada umbes 35 km tunnikiiruse pööretel ja kaetakse käega aeglaselt osa karburaatori õhutoruavast kinni. Kui mootori pöörded sealjuures pisut suurenevad, on peapihustiseade korras. Õhupuhasti tuleb sel puhul loomulikult maha võtta.

4. Kas aktseleratsioonpump on korras?

Selle kontrollimiseks jäetakse mootor seisma ja vaadatakse karburaatori õhutorust sisse. Gaasiklapi järsul täielikult avamisel peab aktseleratsioonpumba pihustist või, sõltuvalt karburaatori aktseleratsioonpumba seadme ehitusest, peapihustist välja paiskuma peen kütuse juga. Kütuse juga peab ka siis veel jätkuma, kui gaasiklapp on juba täielikult avatud, seda nimelt kütuse sissepritsimise vältuse pikenemise arvel. On see

nii, siis on aktseleratsioonpumbaseade korras.

5. Kas gaasiklapi- ja õhupiiramisklapiseade on korras?

Gaasiklapp.

Kontrollida, kas gaasiklapp on täielikult avatud, kui armatuurlaual asetsev käsigaasinupp on täiesti välja tõmmatud või roolil asetsev käsigaasihoob on oma äärmises parempoolses asendis. Samuti, kui gaasipedaal on täielikult maha surutud. Ühtlasi kontrollida, kas gaasiklapp on täielikult kuni gaasiklapi piirdekruvini suletud, kui käsigaasinupp, käsigaasihoob või gaasipedaal on oma algasendis. Gaasiklapp peab liikuma vabalt selle käsitsemisel gaasipedaaliga või käsitrossiga.

Õhupiiramisklapp.

Kontrollida, kas õhupiiramisklapp on täiesti suletud, kui armatuurlaual asetsev õhupiiramisklapi nupp on välja tõmmatud, ja kas õhupiiramisklapp on täielikult avatud, kui armatuurlaual asetsev nupp on sisse lükatud.

Õhupiiramisklapi automaatklapi korrasolekut saab kontrollida näpuga avades. Kui klapp peale näpu äravõtmist jällegi korralikult sulgub, on klapp korras.

Automaatne õhupiiramisklapp.

Töösoojal mootoril sulgeda sõrmega õhupiiramisklapp. Kui see iseenesest jällegi täielikult avaneb, on õhupiiramisklapiseade korras.

Karburaatori korratuse tunnused

Lisaks karburaatori riketele, mis põhjustavad ülemäärast kütuse kulu, võib karburaatoris esineda terve rida teisi puudusi, mis takistavad mootori korralikku töötamist. Tutvume alljärgnevalt lühidalt nende sagedamini esinevate puudustega, nende tunnustega ja põhjustega. Alljärgnevad puudused on toodud oletusel, et kõik muud mootori seadmed on korras.

1. Karburaator tilgub või ujutab üle.

Selle puuduse põhjused on juba käsitatud eespool (vaata lk. 198) ning oleks lühidalt järgmised. Mõni, kas väline või sisemine, tihend on katki, pole hästi kinnitatud või muutunud ebatihedaks. Kütuse nivoo ujukiruumis on ülemäära kõrge, tingitud kas takerdunud ujukist, ebatihedast ujukist, takerdunud ujuki nõelklapist, kulunud nõelklapipesast või nõelklapist, prügi sattumisest nõelklapi ja pesa vahele.

2. Mootor ei käivitu.

Kui kontrollimisel on selgunud, et mootori töötamiseks vajaliku kütuse juurdeoool on ujukiruumis olemas, süütevõimne ja õigeaegne süütevool olemas ja mootor tehniliselt korras, võib viga peituda vaid karburaatoris. Sagedamini esinev viga on siin tühikäigupihusti ummistus, eriti kalibreeritud ava ummistus, tühikäigu küttesegu koostis ebaõigelt reguleeritud — liiga vaene segu, mis külma mootori käivitamisel pole küllalt süttimisvõimne. Gaasiklapi või õhupiiramisklapi käsitsustrossid või hoovastik pole korras ning ei ava ega sule klappe vajalikul määral.

Käivituskarburaatori olemasolul — karburaatori gaasiklapp avatud ülemäära, käivituskarburaatori käsitsustross rikkis.

3. Mootor käivitus, kuid jääb kohe seisma.

Et mootor käivitus, on tunnuseks, et karburaatori käivitusseade on korras, et aga mootor kohe seisma jäi, on tunnuseks, et karburaatori tühikäiguseade ei suuda mootorile niipalju küttesegu anda, kui mootori töötamiseks on vajalik. See võib olla tingitud sellest, et karburaatori gaasiklapp on liialt vähe avatud, gaasiklapi asendi piiramiskruvi on valesti reguleeritud või liiga palju avatud, mille tõttu ei teki tühikäiguseadmes küllaldast imemist korraliku koostisega tühikäigu küttesegu saamiseks. Kui kontrollimisel selgub, et see ei pea paika, võib oletada vaid, et tühikäiguseade on ummistunud või valesti reguleeritud, peamiselt liiga vaesele küttesegu koostisele.

4. Karburaator „aevastab".

Karburaatori „aevastamine" tekib siis, kui mootor töötab ülemäära vaesel küttesegul. See tekib sellest, et vaese küttesegu põlemiskiirus on väike, mille tõttu see veel osaliselt silindris edasi põleb, kui algab järgmine sisselasketakt. Silindris põlevad gaasid süütavad ka värsket sissevoolavat küttesegu, mis süttib, ning tuli kandub sisselasketoru kaudu karburaatorisse. Kuna see võib põhjustada

kahjutuld karburaatoris, eriti kui karburaator pole korras ja ujub üle, siis tuleb „aevastamise" põhjus viivitamata kõrvaldada. Kui karburaatori „aevastamine" kaob mootori töösoojaks saamisel, pole see nii ohtlik, tõendab vaid, et karburaator on seatud ökonoomsele koostisele. Kui aga karburaator „aevastab" ka töösoojal mootoril, tuleks küttesegu paremaks gaasistumiseks ette näha eelsoojendus; kui see ka ei aita, siis seada karburaator rikkamale segule.

5. Mootor ei saavuta oma täisvõimsust.

Kuna mootori täisvõimsuse saavutamine sõltub karburaatori peapihustiseadme ja ökonomaiseri korralikust töötamisest, võib oletada peapihusti ummistust või ökonomaiseri mitteõigeaegset töötamist. Ka gaasiklapi mittetäielikul avamisel, tingituna gaasiklapi hoovastiku mittekorrasolekust, ei saavuta mootor oma töövõimsust. Kuid sama võib põhjustada ka liigselt ummistunud õhufilter ning liiga madal kütuse nivoo ujukiruumis. Igal juhul ikkagi kütuse väheldane juurdeandmine, kas ummistunud kütuse suubumisavas oleva filtri, ummistunud ujukiruumi õhuava või kütusetoru ummistuse tõttu. Samuti ei saavuta mootor oma täisvõimsust liiga rikka küttesegu korral.

Peale karburaatorist enesest tingitud põhjuste tuleks mainida järgmisi: kütuse anumasse ei pääse õhk anuma korgis oleva ava ummistumise tõttu, seepärast ei saa sealt kütust vajalikul määral välja valguda, kütuse juurdeandmise seade või pump ei tööta korralikult, kütuse juurdevoolutorud on ummistunud, mootor on liialt külm — radiaator osaliselt kinni katta, süüde on liiga hiline, osa süütekküünlaid ei tööta.

6. Mootori pöörded tõusevad ülemääraselt.

Kui peale gaasipedaali vabastamist mootori pöörded ei lange, peitub rike gaasiklapi käsitsushoovastiku või -trossi korratuses, mis ei luba gaasiklappi sulguda. Kontrollida esmalt gaasiklapivõlli vaba liikuvust ning siis käsitsushoovastiku vaba liikumist nii gaasipedaalilt kui ka käsigaasinupult või -hoovalt. Gaasiklapi mittesulgumine võib olla tingitud ka gaasiklapi tagasitõmbevedru murdumisest, väljavenitumisest või vabanemisest.

7. Mootor kuumeneb liigselt.

Karburaatorist tingitud mootori ülekuumenemine tekib mootori töötamisel ülemäära vaesel segul, sest vaese segu põlemise kiirus on väike, seega on kuumad põlevad gaasid silindris suure osa kolvikäigu vältusel kokkupuutes silindriseintega, andes neile soojust edasi.

Karburaatori hooldamine

Karburaatori hooldamine seisneb peamiselt selle pidevas hoidmises piinlikus puhtuses. Tegelikult kuulub karburaatori hooldamise juurde ühest küljest juba võimaluste loomine karburaatorisse voolava õhu korralikuks puhastamiseks tolmust ja teisest küljest hool, et karburaatori pääseks vaid täielikult puhas kütus. Seepärast tuleb enne kui karburaatori enese kallale asuda, hooldada õhufiltrit vastavalt selle tüübi tehase ettekirjutusele, hoida puhtana nõud, millega valatakse või juhitakse kütust jõuvankri kütusepaaki. Kütuse filtreerimine paaki valamisel, filtrite õigeaegne puhastamine, piinlik hoidumine, et tolmukübemekesed ja prügi ei satuks kütusepaaki ja sealt edasi karburaatorisse, kindlustavad pikema-aegset mootori töötamist ilma karburaatorist tingitud häireteta.

Karburaator tuleb perioodilisteks puhastusteks lahti võtta umbes iga 20 000 km sõidu järel, kui tehase ettekirjutused ei määra seda teisiti. Arvamine, et karburaator on niivõrd keeruline aparaat,



Joon. 369-a. Karburaatori puhastamine.

et seda on parem mitte puutuda, ei pea paika. Loomulikult peab iga jõuvankrijuht oma jõuvankril oleva karburaatoritüübiga põhjalikult tutvuma, enne kui ta asub selle lahtivõtmisele. Samuti aga peab hoiduma karburaatori asjatust lahtikiskumisest, sest vaatamata ka kõige piinlikumale hoolele lahtivõtmisel, kannatab selle all karburaatori üksikosade iga, sest need on valmistatud suurima täpsusega. Kõige parem on kasutada karburaatorite lahtivõtmisel selleks määratud spetsiaaltööriistu.

Karburaatorite lahtivõtmisel tuleb hoolitseda äärmise puhtuse eest. Kõige parem on asetada kõik lahtivõetud osad puhtale paberile ning kasutada puhastamiseks puhtaid kaltse. Lahtivõetud üksikosad pesta puhtas bensiinis, kasutades väikest harja või pintslit. Mustuse mahakraapimiseks kasutada puidust pulka. Pihustid, kalibreeritud avad ja kanalid läbi puhuda suruõhuga kas kompressorist või selle puudumisel jalgratta või auto õhupumbast. Lubamatu on teravate esemete, traaditüki või nõela kasutamine kalibreeritud avade või pihustite puhastamisel, sest väiksemgi kriimustus võib siin ava kütuse läbilaskevõimet muuta. Tõrvastunud pihustid, kalibreeritud avad, kanalid ja muud karburaatori osad leotada ja pesta atsetooniga või vedeldajaga.

Karburaatori lahtivõtmisel tuleb kontrollida ka selle üksikosi, kas need pole vigastatud, kas kuulklapid ja nõelklapid on nõutavalt tihedad, kuid siiski küllalt vabalt liikumas ettenähtud avamissuunas. Kõige parem on neid proovida õhutihendusele suuga puhudes või imedes. Karburaatori ujuki vaba liikumist tuleb kontrollida ning kokkumonteeritult mõõta ujukiruumi kütuse nivoo vastavust ettekirjutustele, vajaduse korral kütuse nivood reguleerida. Kahtluse korral kontrollida ujukit läbiimbumisele, kastes teda tulisesse vette, — augukese olemasolul tekivad õhumullikesed. Vigastatud tihendid uuendada samapaksustega. Kontrollida gaasiklapi ja õhupiiramisklapi korralikku sulgumist. Õlistunud ja mustusega läbiimbunud kord klapi telgedelt maha pesta ja uue õliga sisse määrida. Gaasi- ja õhupiiramisklapi telg ei tohi kulumise tulemusena loksuda, sest see võimaldab sealtkaudu õhule pääsu karburaatori seguruumi. Kontrollida gaasi- ja õhupiiramisklapi käsitsemishoovastiku või -trossi korrasolekut, liigendid puhastada ja õlitada, käsitsustrossid pinetada. Kontrollida aktseleratsioonpumba kolvinaha korrasolekut ning peale kokkumonteerimist pumba korralikku töötamist. Pump ei tohi kütust ujukiruumi tagasi lasta, vaid peab andma hästi pihustatud, pikendatud kestusega kütuse joa. Aktseleratsioonpumba kolb ja hoovastik peavad takistusteta liikuma. Sama on maksev ökonomaiseri kohta.

Karburaatori hoolduse alla kuulub ka kütusepumba sadestusklaasi puhastamine ning paar korda aasta jooksul kütusepaagi läbiloputamine ning torustiku läbipuhumine.

Peale puhastamist ja kohale asetamist tuleb karburaator kontrollida töötamisel ja reguleerida.

KARBURAATORITE REGULEERIMINE

Karburaatorite reguleerimise all mõistetakse karburaatorite seadmist:

a) hõlpsaks mootori käivitamiseks,
b) korralikuks töötamiseks tühikäigupööretel ja aeglastel pööretel,
c) ökonoomseks või täisvõimsuslikuks töötamiseks koormusel,
d) sujuvaks ja kiireks aktselereerimiseks.

Kuna karburaatorite pihustid, kalibreeritud avad, segukoonused ja muud seadmed on juba tehase poolt valitud, kooskõlastatud töötamisel sobiva küttesegu andmiseks mootorile, millele karburaator on määratud, tavaliselt ökonoomseks töötamiseks, siis esineb harva juhus, et neid on vaja vahetada. Seepärast peab olema väga ettevaatlik karburaatori süüdistamisega, kui mootori kütuse kulu on suur, vaid peab jõudma kindlale veendumusele, et kõik muud asjaolud, mis võivad põhjustada ebamäärast kütuse kulu, seda ei põhjusta.

Tavaliselt esineb karburaatori üksikosade vahetamise vajadus vaid siis, kui need on kas mehaaniliselt rikutud, jõuvanker asub pidevaks töötamiseks teistesse kliimalistesse oludesse või teisele geograafilisele kõrgusele, või võetakse kasutamisele teiste omadustega kütus või

on karburaatori üksikosad pikaajalisel kasutamisel kulunud.

Kui karburaator on puhas ja selle üksikosad õieti kokku monteeritud, on vajalik vaid ettenähtud reguleerimiskruvide seadmist õigele küttesegu koostisele ja hulgale. Liiga vaese koostisega küttesegu tunnusteks on mootori ülekuumenemine, „aevastused" karburaatoris, võimsuse kadu. Liiga rikka küttesegu tunnusteks on liigne kütusekulu, musttahmase värvusega heitegaasid, tahmunud süüteküünla elektroodid.

Kui karburaator omab käivitamiseks automaatset õhupiiramisklapiseadet, siis tuleb see reguleerida vastavalt selle eriehitusele, nagu see ette nähtud tehase eeskirjades. Kui karburaator on varustatud erilise käivituskarburaatoriga, siis esineb tavaliselt vajadus selle töötamise ümberreguleerimiseks üleminekul soojalt aastaajalt külmale ja ümberpöördult. Käivituskarburaatori küttesegu koostis, mis on kohane suvistes töötamistingimustes, võib osutuda liiga vaeseks talvisel käivitamisel. Tavaliselt toimub siin küttesegu koostise reguleerimine selleks ettenähtud õhujuurdevoolu reguleerimiskruviga. Reguleerimisel tuleb lähtuda põhimõttest, et käivituskarburaator annaks küllaldaselt rikka küttesegu hõlpsaks käivitamiseks ega tekiks liiga rikkast segust käivituskarburaatori üleujutamist, kui töösoe mootor töötab sisselülitatud käivituskarburaatoril.

Tavalise õhupiiramisklapiga varustatud karburaatoril toimub mootori käivitamine õhupiiramisklapi- ja tühikäiguseadme koostööl. Siin sõltub mootori hõlbus käivitumine tühikäiguseadme õigest reguleerimisest ja jõuvankrijuhi taiplikkusest ning vilumusest õhupiiramisklapi kasutamisel mitmesugustes välisõhu temperatuuri oludes.

Tühikäiguseadme reguleerimine

Tühikäiguseadme reguleerimise vajadus esineb tavaliselt peale karburaatori lahtivõtmist ja üleminekul töötamisele muutunud välisõhu temperatuuritingimustes. Reguleerimist tuleb teostada töösoojal mootoril, käsitsi eelsüütereguleerimise olemasolul, hiliseks seatud süüte ja täiesti avatud õhupiiramisklapi juures, käivituskarburaatori olemasolul peab see olema välja lülitud.

Enne tühikäiguseadme reguleerimist peab mootori süüteseade olema korras, klappide paisumisvahe õigeks seatud ning mootor tehniliselt korras.

Tühikäiguseadmel reguleeritakse gaasiklapiasendi reguleerimiskruvi ja tühikäigu küttesegu reguleerimiskruvi kooskõlastatult. Tavaliselt seatakse gaasiklapiasendi reguleerimiskruviga gaasiklapi avamisäär vastavaks umbes 350—400 mootori väntvõlli pöördele minutis ja siis seatakse tühikäigu küttesegu koostis õigeks. Seda tunneb vähesel vilumusel mootori töötamisest. Õige küttesegu koostise puhul seatud gaasiklapi asendi juures mootor töötab tühikäigul vabalt ja kergelt. Liiga vaeseks seatud küttesegu koostise juures mootor töötab katkendiliselt (mõnes silindris jääb vahetevahel plahvatus vahele) ja alandatud pööretega. Liiga rikkaks seatud küttesegu koostise puhul töötab mootor ebaühtlaselt, kalduvusega pöörete suurenemise poole. Kui tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruviga reguleeritakse juurdeantavat pidurdusõhu hulka, siis muutub küttesegu koostis kruvi sissekeeramisel rikkamaks; kui aga kruvi reguleerib kütuse ja õhu segu — emulsiooni hulka, siis muutub küttesegu koostis kruvi sissekeeramisel vaesemaks. Kui erandjuhtumil olemasolev tühikäigupihusti kalibreeritud ava, mis määrab tühikäigupihustisse valguvat kütuse hulka, ei võimalda saavutada õige koostisega tühikäigu küttesegu, siis võib asuda selle katselisele vahetamisele, kuid tavaliselt piisab selleks gaasiklapiasendi ja tühikäigu küttesegu koostise reguleerimiskruvi kooskõlastatud reguleerimisest. Peale reguleerimist proovitakse tühikäiguseadme korralikku töötamist sel teel, et avatakse gaasipedaalile vajutades (või käega karburaatori juures gaasiklapi hoovast tõmmates) gaasiklapp täielikult, millega mootori pöörded kohe tõusevad, ning vabastatakse see järsult. Sealjuures mootor ei tohi „välja surra", vaid peab jääma rahulikult töötama tühikäigupööretele. Kui mootor „sureb välja" paarikordsel katsumisel, siis tuleb tühikäigupöördeid suurendada. Tavaliselt kontrollitakse tühikäigupöörete reguleerimist, kui tehase ettekirjutused ei määra seda teisiti, umbes iga 3000—4000 km sõidu järel.

Peapihustiseadme reguleerimine

Enamikul karburaatoreil pole peapihustiseadmel ette nähtud reguleerimise võimalust, vaid karburaatori peapihustiseade on juba tehase poolt seatud sobivaks töötamiseks mootoril, millele see on määratud, kohaste pihustite, pihustite kalibreeritud avade ja segukoonuse suuruste õige valikuga.

Mõnedel üksikutel karburaatoritüüpidel on peapihustiseade reguleeritav, näiteks karburaatoril „Marwell", mida kasutatakse sõiduautodel Zis-101, kus küttesegu koostise reguleerimine toimub lisaõhuklapi vedru pinetamisega, või karburaatoril MKZ-6, kus peapihustisse valguva kütuse läbivoolu hulk reguleeritakse selleks ettenähtud reguleerimiskruviga. Enamikul karburaatoreil saab aga peapihusti poolt antava küttesegu koostist muuta vaid peapihusti kalibreeritud avaga niplite vahetamisega. Tavaliselt pole vajadust segukoonuse vahetamiseks, sest see võimaldab küllaltki suurtes piirides küttesegu koostist muuta kalibreeritud avaga niplite vahetamisel. Segukoonus tuleb vahetamisele vaid siis, kui karburaator asetatakse sellest erineva võimsusega mootorile, millele karburaator on määratud. Mõnedel karburaatoritel on võimalik suvistele töötamistingimustele üle minnes vahetada peapihusti kalibreeritud ava nippel väiksemamõõtelisega, ilma et selle all kannataks mootori veovõimsus. Sama võib teha ka kergematesse töötamistingimustesse üle minnes, kus ei kasutata mootori täisvõimsust.

Kui peaks esinema vajadus peapihustiseadme poolt antava küttesegu koostise muutmiseks, siis tuleb seda teha peapihusti kalibreeritud avaga nipli katselise vahetamisega. Õige suurusega kalibreeritud avaga nipli valik tuleks teha kahesugusel proovisõidul, nn. kiirenduse proovil ja ökonoomsuse proovil.

Kiirenduse proovil sõidetakse jõuvankriga võimalikult sirgel teeosal otseühendusel näiteks 20 km tunnikiirusega, avatakse määratud kohal gaasiklapp täisvõimsusele ja mõõdetakse stoppkellaga aeg, mis kulub jõuvankri aktselereerimiseks 20 km tunnikiiruselt näiteks 60 km tunnikiirusele. Siis vahetatakse karburaatori peapihusti kalibreeritud ava nippel ja korratakse proov. Seda tehakse mitmemõõteliste kalibreeritud avade niplitega, kuni on leitud nippel, mille ava annab lühima aktselereerimise aja. See nippel annab kõige jõurikkama segu, millega mootor töötab suurima võimsusega. Võttes aga veel suurema läbimõõduga kalibreeritud ava, pikeneb aktselereerimise aeg, sest mootori võimsus langeb liiga rikka küttesegu koostise tõttu.

Ökonoomsuse proovisõiduks valitakse pikem teeosa, soovitav mitte alla 20 km, ning ringteena, mis lõpeb väljumiskohal. Mida pikem teeosa valitakse, seda täpsemad tulemused saadakse; loomulikult võtab see aga proovisõidu läbiviimiseks ka rohkem aega. Nüüd sõidetakse sama teeosa mitmesuguste karburaatori peapihusti kalibreeritud avade suurustega ning mõõdetakse iga kord sõiduks kasutatud kütuse hulk. Kütuse hulga hõlpsamaks mõõtmiseks kasutada kütust mitte jõuvankri kütusepaagist, vaid erinõust, mis ühendatakse vooliku abil karburaatoriga. Selle erinõu kaalumise teel, peale igakordset katset, on hõlbus määrata igakordseks sõiduks kulunud kütuse hulka. Loomulikult tuleb sõidukiirus kõikidel katsetel hoida võimalikult samana ning katset toimetada muutmatuil ilmastikuoludel. Kalibreeritud ava, mis annab minimaalse kütusekulu, on ökonoomseim. Katsetel selgub, et kalibreeritud ava, mis annab ökonoomseima küttesegu, on vähema läbimõõduga kui kalibreeritud ava, mis annab parima aktselereerumise. Seega tuleb, valides oma karburaatorile peapihusti kalibreeritud ava ökonoomseimaks küttesegu ks, loobuda parimast aktselereerumisest ja loomulikult ka võimalikust suurimast kiirusest, või valides peapihusti kalibreeritud ava parimaks aktselereerimiseks, arvestada suurema kütusekuluga. Valides kalibreeritud ava, mis annab liiga vaese koostisega küttesegu, tuleb arvestada võimsuse languga ja kütusekulu suurenemisega. Sama tekitab kalibreeritud ava, mis annab liiga rikka koostisega küttesegu.

Umbkaudselt võib, loobudes ökonoomsuse proovisõidust, karburaatorile valida ökonoomse segu saamiseks natuke väiksema kalibreeritud avaga nippel, kui kiirendusproovisõidul leitud suurima võimsusega kalibreeritud ava. Ökonoomse segu tunnuseks on „aevastused" karburaatoris külma mootori töötamisel,

mis aga kaovad, kui mootor saavutab oma töötamistemperatuuri.

Siin toodud katseline peapihusti kalibreeritud ava valik on siiski umbkaudne. Täpsete tulemuste saamiseks tuleb mõõta mootori kütusekulu hobujõu kohta tunnis mitmesuguste mootori koormuste juures, mis toimub katsepingil.

Kuna katseline pihustite kalibreeritud avade määramine on tülikas, aegaviitev ning nõuab ka teataval määral vilumust, on ehitatud katsepingid, millele jõuvanker sõidab peale selliselt, et tagarattad (kui jõu ülekandmine toimub tagarataste kaudu) satuvad selleks määratud trumlitele, mis hakkavad pöörlema, kui pealesõitnud jõuvankri mootor käivitatakse ja käik sisse lülitakse. Pidurdades pöörlevaid trumleid, mis saavad liikumise jõuvankri ratastelt, saame määrata jõuvankri mootori võimsuse mitmesuguste pöörete, mitmesuguse süüteseadme ja karburaatori reguleerimise seisukorra juures. Selline katsepink pakub hõlpsat ja täpset võimalust karburaatori ja süüteseadme reguleerimiseks täisvõimsusele ja ökonoomsusele. Samas määratakse ka katsetatava jõuvankri mootori kütusekulu kui ka muid mootori rikkeid.

Hõlpsamaks karburaatori töötamise kontrollimise viisiks on heitegaaside analüüs, millega määratakse peamiselt vingugaasi (CO) hulga sisaldust mootorist väljuvates heitegaasides. Teatavasti on vingugaas (CO) gaas, mis tekib kütuse mittetäielikul põlemisel. Kui seda leidub mootorist väljuvates heitegaasides, siis tõendab see, et mootoris ei toimu kütuse põlemine täielikult ja osa kütust läheb vingugaasi näol, mis võiks veel silindris põledes tööd anda, kaduma. See on otsene kütuse raiskamine. Analüüsi teostamiseks ühendatakse vastav aparaat vooliku kaudu jõuvankri mootori väljalasketoruga ning teostatakse analüüs sõidu ajal. Väljalasketorus valitseva ülerõhu tõttu voolab osa heitegaase vooliku kaudu aparaadist läbi, mille skaalalt saab otseselt jõuda selgusele mootoris toimuva küttesegu korraliku põlemise ja küttesegu koostise üle.

Küttesegu koostise mittevastavuse korral võib samas kohe teostada karburaatori reguleerimist, kuni aparaat näitab korralikku tulemust.

Aktseleratsioonpumba reguleerimine

Aktseleratsioonpumba juures reguleeritakse kolvi käigu pikkust. Reguleerimise vajadus esineb peamiselt aastaaegade muutumisel, üleminekul soojalt aastaajalt külmale ja ümberpöördult. Talvel külmade ilmadega on jõuvankri aktselereerimiseks vaja suuremat kütuse annust kui suviste soojade ilmadega, seepärast tuleb ilmade jahenemisel seada aktseleratsioonpumba kolb pikemale käigule. Samuti on vajalik jõuvankri tihedas liikluskeerises kasutamisel, kus sagedased ja kiired aktselereerimised on möödapääsematud, seada aktseleratsioonpumba kolb pikemale käigule. Kuid tagasi minnes suvistele sõidutingimustele ja normaalsele sõidule tekitaks liiga pikk aktseleratsioonpumba kolvi käik asjatut kütusekulu, ning liiga suure annuse kütuse sisse pritsimine aktseleratsioonpumba poolt annab liiga rikast küttesegu, mis mitte ei hõlbusta, vaid koguni takistab aktselereerimist.

Eespool toodud üksikute karburaatoritüüpide juures on selgitatud aktseleratsioonpumpade kolvi käigu reguleerimise viise ning ei vaja siinkohal kordamist.

Ökonomaiseri reguleerimine

Ökonomaiseri tegevusse rakendumise momendi reguleerimine toimub mehaaniliselt ettenähtud reguleerimiskruvi ja mutrite abil, mis ühendavad ökonomaiseri varda gaasiklapi hoovastikuga, või nende puudumisel gaasiklapi ja ökonomaiseri vahelise hoova painutamisega. Reguleerimisel tuleb arvestada seda, et liiga varajane ökonomaiseri tegevusse rakendumine tõstab asjatult kütusekulu. Liiga hiline ökonomaiseri tegevusse rakendamine ei võimalda mootoril arendada täisvõimsust. Mõnedel karburaatoritel on võimalik ökonomaiseri tegevusse rakendumise momenti muuta ökonomaiseri nõelklapi pesa all oleva tihendi paksuse muutmisega.

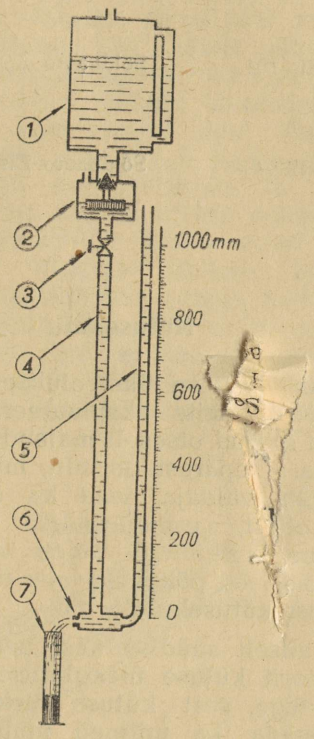
Pihustite kalibreeritud avade kütuse läbilaskevõime kontrollimine

Pihustite kalibreeritud ava niplite vahetamisel ei saa arvestada ainult kalibreeritud ava läbimõõtu, sest kütuse läbilaskevõime ei sõltu mitte ainult kalibree-

ritud ava läbimõõdust, vaid ka kalibreeritud ava pikkusest, ava valmistamistäpsusest, selle suudme serva teravusest, väikestest konarustest avas jne. Seepärast ei anna samamõõtelised kalibreeritud avad mitte alati sama kütusehulga läbilaset, mille tõttu kalibreeritud ava nipli vahetamisel tuleb arvestada tema tegelikku läbilaskevõimet, mis määratakse eriaparaadiga Nõukogude Liidus maksvate OST normide alusel. Vastavalt nendele normidele on pihustite kalibreeritud avade läbilaskevõime mõõduks avast 1000 mm veesamba rõhu all ühe minuti vältel läbivalguva puhta vee hulk sm³ 19—21°C temperatuuri juures.

See aparaat ise (joon. 370) koosneb vee tagavaraanumast 1, millest vesi valgub ujukiruumi 2 ja sealt torusse 4, mille alumisse otsa kinnitatakse katsetatav kalibreeritud ava nippel. Paralleelselt toruga 4 asetseb kontrolltoru 5, mis näitab veesamba rõhku, mille all vesi voolab välja katsetatava nipli avast. Ujukiruumi juurdevoolavat veehulka reguleeritakse kraaniga 3. Kraan 3 avatakse sel määral, et ettenähtud veesamba rõhk (1000 mm) püsib kontrolltorus kogu aja. Nüüd asetatakse niplist väljavalguva veejoa alla grammiklaas, millesse kogutakse ühe minuti vältel väljavoolanud vee hulk. Aeg määratakse stoppkellaga. Väljavoolanud vee hulk sm³/min. ongi proovitava kalibreeritud ava läbilaskevõime.

Nimetatud aparaadi puudumisel või olukordades, kus pole võimalik kalibreeritud ava ühendada mõõteaparaadiga, näiteks kui kalibreeritud ava asetseb otseselt karburaatori seinas, tuleb leppida vähemtäpsema ava määramise viisiga. Selleks valmistatakse mõõdetava ava läbimõõdule vastava pikaldase koonuslikkusega nõel, tõmmatakse sellele õhuke värvikiht ning torgatakse mõõdetavasse avasse. Nõela välja võttes mõõdetakse mikromeetriga selle läbimõõt kohal, kus ava jättis nõelale jälje. See ongi ava läbimõõt.



Joon. 370. Kalibreeritud avade läbilaskevõime kontrollimise aparaat.

1 — vee tagavara-anum, 2 — ujukiruum, 3 — kraan, 4 — vee väljavalgumise toru, 5 — kontrolltoru, 6 — proovitav nippel, 7 — mõõduklaas.

Alljärgnevalt olgu toodud mõnede karburaatorite pihustite kalibreeritud avade läbimõõdud ja läbilaskevõime.

Jrk. nr.	Karburaatori nimetus	Kasutatav jõuvankril	Pihusti või kalibreeritud ava nimetus	Ava läbimõõt mm	Ava läbilaskevõime sm³/min. Vesi 20°C ja 1000 mmWS.
1	Gaz-AA	Veoauto Gaz-AA	Peapihusti kalibr. ava	0,93	168
			Kompens. pih. kalibr. ava	0,91	159
			Tühik.-pih. kalibr. ava	0,60	50
			Kompensats. pihusti	—	190
2	Gaz M-1	Sõiduauto Gaz M-1	Peapihusti kalibr. ava	0,87	165—170
			Kompens. pih. kalibr. ava	0,85	170—174
			Ökonomais. kalibr. ava	1,05	190—200
			Tühik.-pih. kalibr. ava	0,60	47—50

(järg pöördel)

Jrk. nr.	Karburaatori nimetus	Kasutatav jõuvankril	Pihusti või kalibreeritud ava nimetus	Ava läbimõõt mm	Ava läbilaskevõime sm^3/min. Vesi 20° C ja 1000 mmWS.
3	MKZ-6	Veoauto Zis-5	Peapihusti kalibr. ava	1,0	200
			Kompens. pih. kalibr. ava	1,15	295
			Ökonom. ava	0,65	70
			Tühik.-pih. kalibr. ava	1,00	—
			Kompens. pih.	1,5	415
4	Zis 101	Sõiduauto Zis-101	Peapih. kalibr. ava	0,74	100
			Osalise koorm. kalibr. ava	0,78	122
			Tühik.-pih. kalibr. ava	0,85	128
			Ökonom. ava	0,85	128
5	MKZ-L-3	Sõiduauto Zis-110	Peapih. kalibr. ava	—	280
			Tühik.-pih. kalibr. ava	—	65
			Ökonom. ava	—	75
			Peapih. õhuava	—	150
			Tühikäigup. õhuava	—	65

Kütusekulu

Kütusekulu on üks olulisemaid tegureid jõuvankrite ekspluateerimisel, sest see on seotud otseselt majanduslike kulutustega. Seepärast on siin, mitte üksinda jõuvankri valdaja, vaid ka üldriiklikust seisukohast, esmajärgulise tähtsusega äärmine kokkuhoid. Tuleb otseselt kõrvaldada need põhjused, mis tingivad ülemäärast kütusekulu.

Tavaliselt süüdistatakse peamiselt karburaatorit kütuse ülekulutuses. See pole mitte õige, sest kütuse ülekulu võivad põhjustada ka mitmed muud asjaolud, milledest peamised on:

1) Mootori tehniline seisukord. Siin on peateguriks kompressiooni kadu ükskõik millistel põhjustel: kas mootori kulumise, tihendite läbilaskmise või klappide ebaõige reguleerimise tõttu. Kokkusurutav küttesegu selle asemel, et meile mootori silindris tööd anda, pääseb sealt tööd tegemata välja.

2) Mootori ekspluateerimise seisukord. Siin on peateguriks mootori ülejahutamine. Jahutusvee temperatuuri liiga madalana hoidmisega viiakse asjatult osa soojust, mis võiks meil silindris tööd anda, silindrist välja välisõhku. See on otseselt kütuse raiskamine. Selle vältimiseks tuleb hoida jahutusvee temperatuur ettenähtud intervallis. Kütusekulu tõusu põhjustab ka nõrga süütevõimega mitteõigeaegne süüde.

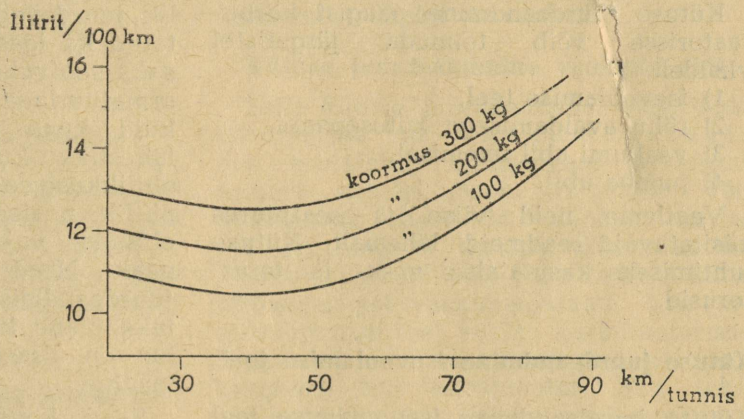
3) Aastaaeg, geograafiline asend. Külmades maades ja külmal aastaajal on kütusekulu ikka suurem kui soojakliimalistes maades ja suvisel aastaajal. Juba mootorite käivitamine ja töötamistemperatuurini jõudmine nõuab kütuse enamkulu. Seevastu tuleb radiaator kiiremaks töötamistemperatuuri saavutamiseks katta. Külmaga ei toimu kütuse gaasistumine nii hästi kui sooja ilmaga, mistõttu põlemine silindris ei toimu nii täielikult — see tingib kütuse enamkulu. Selle vältimiseks tuleb hoolitseda küttesegu eelsoojendamise eest.

4) Mootori koormus. See on täiesti loomulik, sest mida raskemat tööd mootor peab tegema, seda enam kütust ta vajab. Mootori koormus on seda suurem, mida suurem on jõuvankri omakaal, mida raskemat koormat jõuvankriga veetakse, mida kiiremini jõuvanker sõidab ja mida suuremad on sõidutakistused, nagu vilets, pehme ja mägine sõidutee jne. Joonisel 371 on toodud näitena ühe sõiduauto kütusekulu diagramm sõltuvana koormusest ja sõidukiirusest. Nagu sellest diagrammist selgub, toimub kõige ökonoomsem sõit 35—45 km tunnikiiruse piires. Tõstes sõidukiiruse 40 km tunnikiiruselt 90 km tunnikiiruseni, tõuseb kütuse kulu 12,5 l/100 km kohta kuni 16,5 l/100 km kohta. Siin on selge: kui soovitakse ökonoomselt sõita, siis tuleb seda teha 35—45 km tunnikiiruse piirides. Tunduvalt tõstab suurte kiiruste juures kütusekulu õhutakistus, mis kasvab järsult kiiruse suurenemisel üle 70 km tunnikiiruse. Õhutakistust püütakse vähendada jõuvankri ehitusliku kujuga. Samuti selgub diagrammist kütusekulu tõus jõuvankri koormuse tõusuga. Näiteks on 100 kg koormuse

juures kütusekulu 40 km tunnikiiruse juures 10,5 l/100 km kohta, kuid 300 kg koormuse juures 12,5 l/100 km kohta.

5) Sõidutingimused ja sõidutehnika. Kütuse kulu suurenemist mõjutavad sõidutingimused, milledes jõuvankrit ekspluateeritakse, ja sõidutehnika. Kõik, mis põhjustab siin sagedast sõidukiiruse muutmist kord aeglasemaks, kord kiiremaks, on seotud kütuse lisakuluga. Näiteks liikudes suures liikluskeerises suurlinnas, kus on sagedased peatused ristiliiklevate jõuvankrite läbilaskmiseks, kus sagedasti tuleb muuta oma jõuvankri kiirust, olenevalt kaasliiklejate sõidukiirusest, kus on sagedane aktselereerimine teistest möödasõitmiseks, sagedane sõitmine käigukasti aeglasematel ülekannetel, sagedane pidurdamine ja vajaliku kiiruse taas kättesaamine, see kõik nõuab lisakütust.

Jõuvankrijuht võib õige sõidutehnikaga hulk kütust kokku hoida, kui ta peab kinni alljärgnevatest põhimõtetest. Tuleb püüda hoida sõidukiirus ühtlasena, ettenägelikkusega vältida sagedasi pidurdamisi, kiiresti ja igal võimalusel üle minna aeglasematelt käigukasti ülekannetelt kiirematele. Nii mõnigi jõuvankrijuht on arvamusel, et sel teel ta hoiab kokku kütust, kui annab jõuvankrile suure kiirusega tugeva hoo sisse, et siis lasta jõuvankril, sidurit lahutades mootorijõudu kasutamata, omal jõul edasi veereda. See aga ei pea paika, sest jõuvankri hoo saavutamiseks ta raiskab enam kütust, kui ta hiljem sellega võidab, kui jõuvanker liigub antud hooga. Jõuvanker kulutab ühtlase kiirusega sama teeosa läbides vähem kütust. Kui soovitud sõidukiirus on arendatud, siis tuleb gaasipedaal sel määral tagasi lasta, et mootor saab vaid selle kiiruse alalhoidmiseks vajaliku küttesegu hulga.



Joon. 371. Kütusekulu diagramm, sõltuvalt auto kiirusest ja koormusest.

MÕNINGAID NÄPUNÄITEID KÜTUSE KOKKUHOIUKS

Kütuse kokkuhoid algab juba selle valamisega kütusepaaki. Iga tilk, mis siin ettevaatamatuse tõttu üle voolab, on otsene kadu. Käivitamisel tuleb hoiduda liigsest õhupiiramisklapi kasutamisest. Peale mootori käivitamist tuleb õhupiiramisklapp, niipea kui mootori soojenemine seda vähegi võimaldab, kohe avada. Jõuvankri seismajätmisel mootor välja lülida ning mitte lasta asjatult tühikäigul töötada. Mõned jõuvankrijuhid hoiavad veel sel teel kütust kokku, et lülivad mootori välja juba enne jõuvankri seismajätmist, ja ettearvestavalt kasutavad jõuvankri hoogu seismajätmise kohani sõitmiseks.

KUIDAS TOIMIDA KARBURAATORI SÜTTIMISEL

Eespool nimetasime, et karburaatori üleujutamisel kütuse poolt tekib oht selle süttimiseks, tingituna tule tagasilöömisest silindrist karburaatorisse, mis võib siis juhtuda, kui küttesegu on kas liiga rikas või liiga vaene. Tuleoht võib suureneda, kui sisselaskeklapid ei sulgu korralikult paisumisvahe ebaõige reguleerimise tõttu ning osaliselt avatud klapi kaudu paiskuvad töötaktil kuumad

gaasid välja ja puutuvad kokku sisselasketorustikus oleva küttesegu ga ja süütavad selle. Sama võib põhjustada nõrk või murdunud sisselaskeklapi vedru.

Kuidas toimida, kui karburaatoris olev ja sealt väljavalgunud kütus süttib?

Kohe tõsta mootori pöörded, et mootor ise ära imeks ülevalguva kütuse. Kui see juhtub jõuvankri sõidul, siis vabakäik sisse panna, mootori pöörded täisgaasi andmisega tõsta ja sõiduk peatada. Kui mootori pöörete tõstmisega tuli ei lakka, siis ruttu kütuse juurdevoolu kraan sulgeda ja asuda tule kustutamisele kas kaasasoleva tulekustutajaga või selle puudumisel tuli summutada liivaga või lämmatada mõne vana riidega. Hoiduda vee kasutamisest, sest vesi ei kustuta kütust, kuna see on kergem kui vesi ja põleb vee peal edasi, kandes tuld kaugemalegi.

KÜTUSE JUURDEANDMISE VIISE

Jõuvankritel kaasaveetava kütuse paak asetatakse kas armatuurlaua taha, mootorikatte alla, jõuvankrijuhi istme alla või kinnitatakse jõuvankri raami külge, kas tagaosas või ühele küljele. Sellest paagist tuleb kütus juhtida mootori küljes asetsevasse karburaatorisse, kus see suubub ujukiruumi.

Kütuse juurdeandmine paagist karburaatorisse võib toimuda järgmistel viisidel.

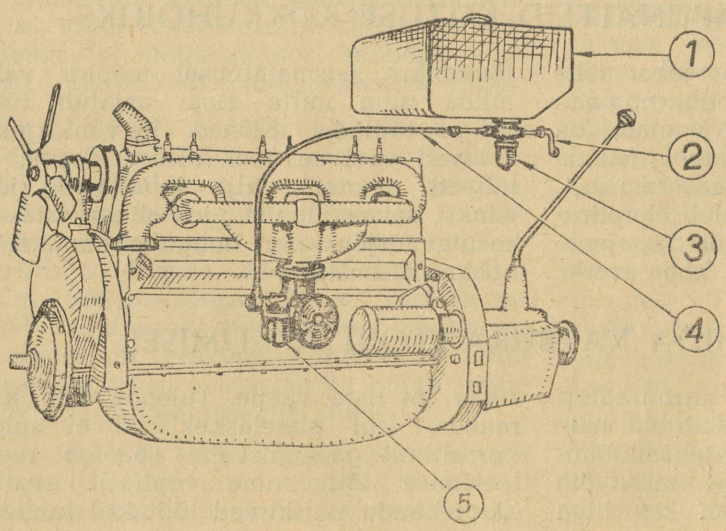
1) isevoolamise teel,
2) rõhu avaldamisega kütusepaaki,
3) vaakumi abil imemisel,
4) pumba abil.

Vaatleme neid viise ja sealjuures käsitatavaid seadmeid lähemalt. Kütuse juhtimiseks kasutatakse vask- ja terastorusid.

Kütuse juurdeandmine isevoolamise teel

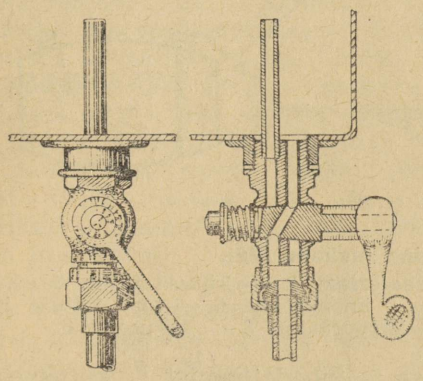
Kütuse juurdeandmine isevoolamise teel (joon. 372) on üks lihtsamaid, sest see ei vaja seadmeid kütuse edasitoimetamiseks, kuid eeldab kütusepaagi asetsemist karburaatorist kõrgemal, ning just seda nõuet on raske täita ning muutub võimatuks täita nüüdisaja allavoolukarburaatorite kasutamisele võtmisega. Paagi asukoht peab olema sedavõrd kõrgemal karburaatorist, et kütuse korralik juurdevool ujukiruumi oleks kindlustatud ka igasugusel kallakuga teel. Ainsaks sobivaks kohaks on siin osutunud armatuurlaua tagune, mootorikatte all, kuid kuna sel asetusel on paak väga lähestikku kuuma mootoriga, on see tuleohtlikkuse seisukohast jõuvankris istujaile ohtlik, pealegi ei võimalda see asukoht ehitada vajaliku mahtuvusega kütusepaaki. Need on põhjused, miks kütuse juurdeandmist isevoolamise teel kasutatakse vähe, kuigi rikete tekkimise võimalus on lisaseadmete puudumisel minimaalne.

Seade koosneb, nagu jooniselt selgub, vaid torust, mis ühendab kütusepaagi



Joon. 372. Kütuse juurdeandmine isevoolamise teel.
1 — kütusepaak, 2 — kraan, 3 — sadestusklaas, 4 — kütusetoru, 5 — karburaator.

karburaatoriga. Paagist väljavalguva kütuse puhastamiseks, enne kui see satub karburaatori ujukiruumi, asetatakse kütusefilter. Toru väljumiskohta paagist asetatakse kraan, mille abil saab sulgeda kütuse voolamist karburaatorisse. Tavaliselt omab see kraan kahte ühendustoru paagiga, milledest üks ulatub paagi põhjast kõrgemale (joon. 373), teine aga paagi põhjani, ning kraan ise omab kolme asendit: „kinni", „avatud" ja „tagavara". Normaalsel töötamisel on kraan asendis „avatud". Kui juhtub, et selles asendis kütus



Joon. 373. Kütusepaagi kaksikkraan.

paagis lõppes, siis on kraani ümberseadmisega „tagavara" peale võimalus vähe aega edasi sõita. See on tehtud selleks, et mitte teele jääda juhuslikul kütuse lõppemisel, vaid pääseb lähima kütuse tankimise kohani.

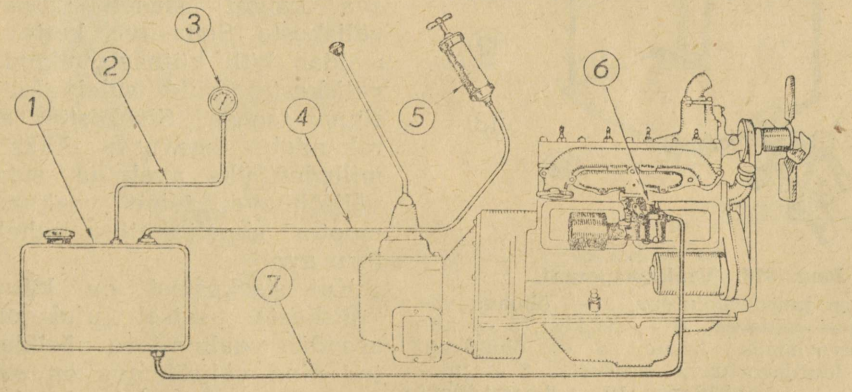
Kütuse juurdeandmine rõhu avaldamisega kütusepaaki

See viis oli kasutamisel vanematüübilistel jõuvankritel ning osutus varsti ebapraktiliseks. Sel puhul tuli kütusepaak teha rõhukindlana. Rõhku avaldati kas mootorist väljuvate heitegaasidega, milleks kütusepaak ühendati toruga mootori väljalasketoruga, käsiõhupumbaga või mootori jagajavõllilt liikumist saava õhupumbaga. Paagid olid ehitatud 0,3 atü rõhu jaoks. Et heitegaaside suurem rõhk ei purustaks paaki, samuti et paagis oleks pidevalt ühtlane rõhk, asetati paaki suubuvale torule rõhutasandaja (joon. 374). Rõhutasandajas olev sõelfilter takistab heitegaasides oleva tahma sattumist kütusepaaki.

Kütuse juurdeandmine rõhu abil võimaldab küll kütusepaagi asetada allapoole karburaatorit ning jõuvankri raami taha otsa või küljele, kus selleks enam ruumi, kuid kuna iga väiksemagi praokese tekkimisel kütusepaagis või rõhutorustikus lakkas kütuse juurdevool karburaatorisse, loobuti selle viisi kasutamisest. Tänapäeval ei leia see viis kasutamist ühelgi jõuvankril.

Kütuse juurdeandmine vaakumi abil

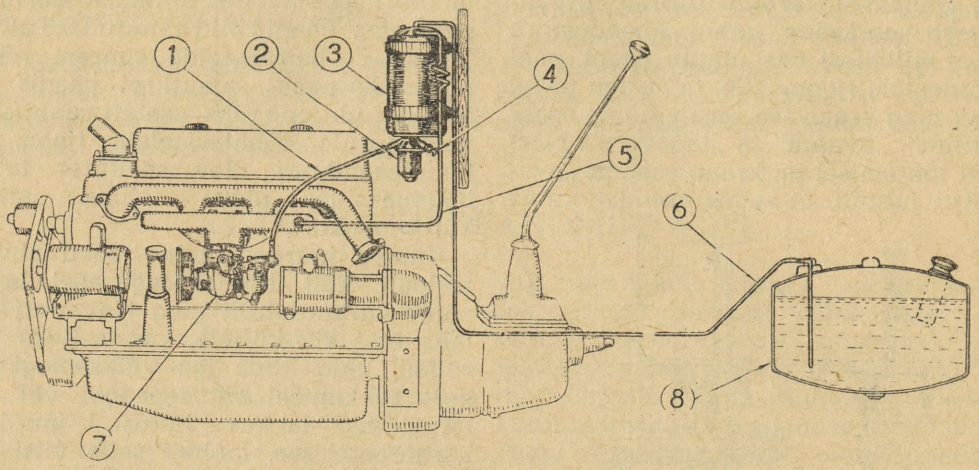
Selle kütuse juurdeandmise viisi jaoks kasutatakse nn. v a a k u m a p a r a a t i, mis asetatakse kütusepaagi ja karburaatori vahele (joon. 375). Siin võib kütusepaak asetseda allpool karburaatorit ning ei tarvitse olla rõhutihe. Vaakumaparaadi abil i m e t a k s e kütus kütusepaagist vaakumaparaati, kus see isevalgumise teel voolab karburaatorisse. Seepärast peab vaakumaparaat asetsema kõrgemal kui karburaator. Siin tekib sama raskus, kui kütusepaagi asetamisel selle juurdeandmisel isevoolamise teel, mistõttu see viis pole kasutatav allavoolu-karburaatorite juures. Imemiseks



Joon. 374. Kütuse juurdeandmine rõhu all.
1 — kütusepaak, 2 — rõhutoru manomeetrini, 3 — manomeeter, 4 — pumbatoru, 5 — pump, 6 — karburaator, 7 — kütusetoru paagist karburaatorini.

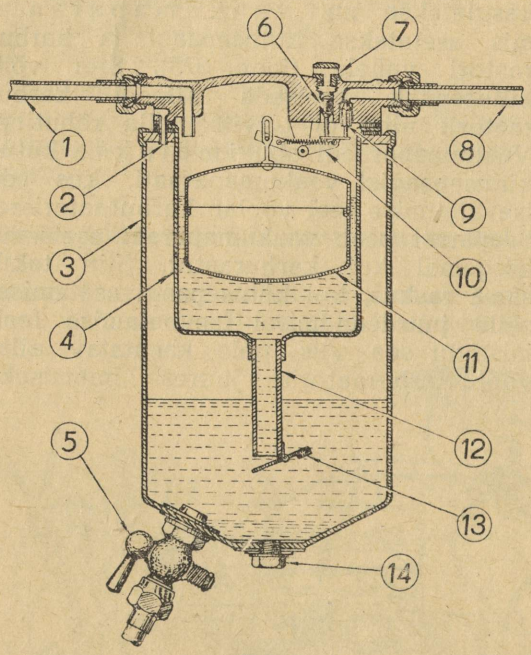
vajaliku alarõhu saamiseks ühendatakse vaakumaparaat mootori sisselasketoruga (imemistoruga), milles valitseb mootori sisselasketaktil (imemistaktil) tekkiv alarõhk.

Vaakumaparaat ise (joon. 376) koosneb kahekordsest plekkanumast (kestast), millest väline kujutab endast anumat, millest kütus valgub karburaatorisse, ning sisemine seadet, mis teostab



Joon. 375. Kütuse juurdeandmine vaakumi abil.

1 — toru kütuse juhtimiseks vaakumaparaadist karburaatorisse, 2 — kütuse filter, 3 — vaakumaparaat, 4 — kraan kütuse voolu sulgemiseks, 5 — imemistoru, 6 — toru kütuse juhtimiseks kütusepaagist vaakumaparaati, 7 — karburaator, 8 — kütusepaak.



Joon. 376. Vaakumaparaat.

1 — kütuse juurdevoolutoru, 2 — õhuava väliskesta, 3 — väliskest, 4 — sisekest, 5 — kütuse väljavoolamise kraan, 6 — õhuklapp, 7 — õhu juurdevooluava sisekesta, 8 — imemistoru, 9 — imemisklapp, 10 — imemisklapi hoovastik, 11 — ujuk, 12 — kütuse väljavoolamise toru sisekestast, 13 — tagasivoolu-takistusklapp, 14 — sadestuse väljalaskekork.

kütuse juurdetoomist kütusepaagist vaakumaparaadi väliskesta. Et kütus saaks väliskestast välja voolata karburaatorisse ja sisekestast saaks uut kütust väliskesta juurde voolata, on väliskest pidevalt ühe ava kaudu ühenduses välisõhuga, seega on seal valitsemas välisõhurõhk.

Sisekesta ülemisse ossa suubub kütusepaagi ja vaakumaparaadi vaheline toru, mille kaudu kütus pääseb vaakumaparaadi sisekesta. Teiselt poolt suubub sisekesta ülemisse ossa vaakumaparaadi ja mootori sisselasketoru vaheline vaakumtoru. Sisekesta alumises osas ettenähtud ava kaudu pääseb kütus sisekestast väliskesta. Seda ava kattev klapp võimaldab küll kütusel valguda sisekestast väliskesta, kuid suleb kütusele pääsu sinna tagasi. Sisekestas asetsev ujuk rakendab tegevusse kaks nõelklappi, milledest üks avab ja suleb sisekesta välisõhuava, teine vaakumaparaadi ja mootori sisselasketoru vahelise vaakumtoru ava.

Kui sisekestast on kütus valgunud väliskesta, asetseb ujuk oma alumises asendis, vaakumtoru nõelklapp on avatud ning välisõhuava on suletud. Mootori imemine kandub üle sisekesta, mille tõttu kütus imetakse kütusepaagist sisekesta. Väliskestast kütus sisekesta tagasi

voolata ei saa, sest sisekesta alumises osas olev klapp seda ei võimalda. Kütuse juurdevoolamisel kerkib ujuk. Kui ujuk jõuab ettenähtud kõrgusele, suleb see vaakumtoru nõelklapi ja avab välisõhuava nõelklapi. Imemise katkemisel katkeb ka kütuse juurdevool sisekesta, ning kuna see satub ühendusse välisõhu rõhuga, valgub kütus sisekestast väliskesta. Kui väliskestast kütus kahaneb, kordub sama toiming uuesti. Selliselt toimetab vaakumaparaat kütuse juurdeandmist kütusepaagist karburaatorisse. Kütuses leiduva vee ja sadestuse väljalaskmiseks on vaakumaparaadi alumises osas väike kraanike. Kuna kütus imetakse kütusepaagist välja, peab selle ülemises osas olema ette nähtud väike ava, mille kaudu välisõhk pääseb paaki, vastasel korral ei saaks kütus kütusepaagist välja voolata. Kui see ava on juhuslikult ummistunud, siis katkeb kütuse juurdevool.

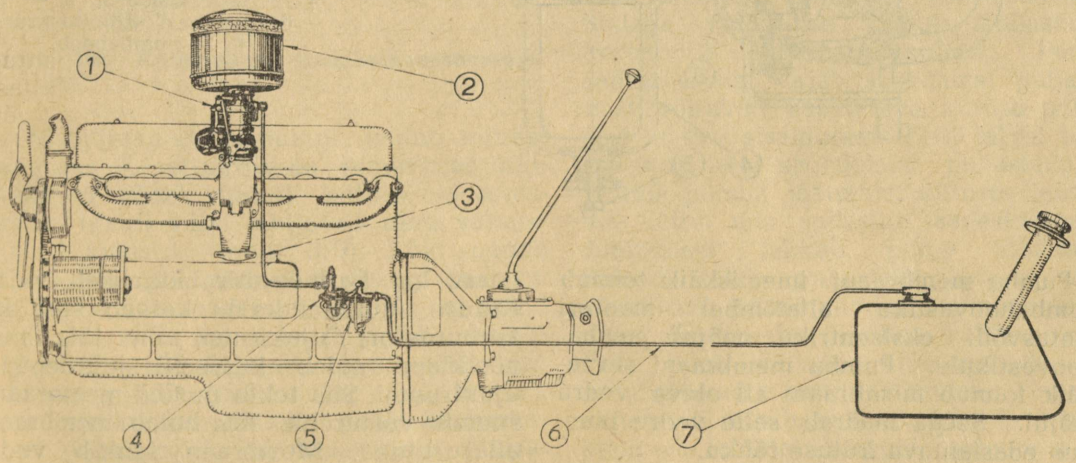
Vaakumaparaadi puuduseks võib lugeda selle vähenevat kütuse juurdeandmist, kui mootor töötab täisvõimsusega täiesti avatud gaasiklapiga raskel veol, kus mootori pöörded on langenud, sest siis pole mootori sisselasketorus kuigi suurt hõrendust. Väikese hõrenduse tõttu ei suuda vaakumaparaat vajalikul määral kütust edasi toimetada ning seda just siis, kus seda raskeks veoks on just vajalik.

Praegusajal vaakumaparaate palju enam ei kasutata, vaid on üle mindud enam kindlamale kütuse juurdeandmise viisile pumba abil.

Kütuse juurdeandmine pumba abil

Kütuse juurdeandmise viisil pumba abil ühendatakse kütusepump kütusepaagi ja karburaatori vahelise toruga. Pump imeb paagist kütust ja surub selle karburaatori ujukiruumi (joon. 377). Tavaliselt asetatakse järjestikku pumbale kütusefilter, mis on eraldi või pumbaga kokku ehitatud. Pump võib olla ehitatud kas membraanpumbana või kolbpumbana. Enamasti kasutatakse membraanpumpi, kuna kolbpump omab liikuvaid osasid, mis kiiresti kuluvad, muutudes töötamiskõlbmatuks. Pumbale antakse liikumine kas mehaaniliselt, tavaliselt jaotusvõllilt, kuid ka elektromagnetiliselt. Joonisel 378 on toodud membraankütusepump, mis saab liikumise mehaaniliselt jaotusvõllil olevalt ekstsentrikult. Pump koosneb metallkerast, mille kahe poole vahele on asetatud kütusekindlast riidest membraan, mis koosneb mitmest kihist. Pump kinnitatakse mootori karteri külge.

Kütus suubub pumpa pumba imemiskäigul sissevooluava kaudu, kuhu kinnitatakse kütusepaagist pumpa suubuv toru, ja surutakse pumba survekäigul pumbast välja väljavooluava kaudu, kuhu kinnitatakse pumbast karburaatorisse suunduv toru. Saabudes pumpa satub kütus esmalt sadestusruumi, kus juhuslikult kütusega kaasatulnud mustuskübemekesed põhja sadestuvad. Sadestusruumist voolab kütus membraani imemiskäigul läbi peenikese vaskvõrgust sõela ja pumba imemisklapi membraani-

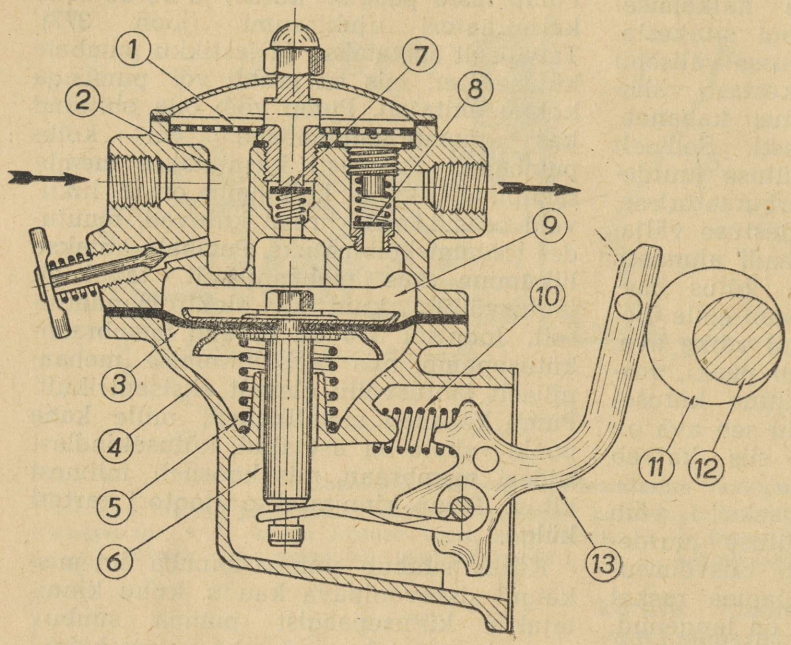


Joon. 377. Kütuse juurdeandmine pumba abil.

1 — karburaator, 2 — õhupuhasti, 3 — kütusetoru, 4 — kütusepump, 5 — sadestusklaas, 6 — kütusetoru, 7 — kütusepaak.

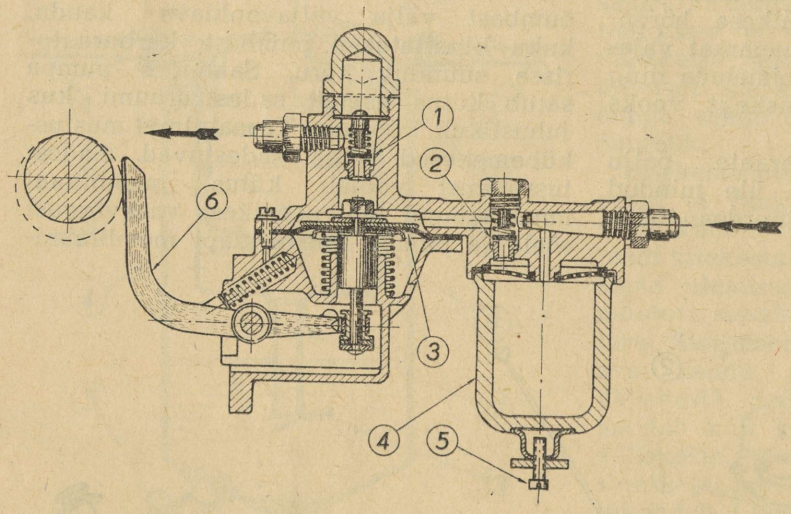
pealsesse ruumi. Siit surutakse kütus membraani survekäigul pumba survekläpi ja väljavooluava kaudu karburaatorisse. Survekäigul on imemisklapp kinni ja ümberpöördult.

varda kaudu membraani alla, kuid ei tõuka teda mitte üles, vaid membraani varras võib pumba hoovastikust maha jääda. See on tehtud selleks, et pump automaatselt annab vaid niipalju kütust



Joon. 378. Kütusepump Gaz M-1.

1 — sõel, 2 — sadestusruum, 3 — membraan, 4 — pumba kest, 5 — membraani vedru, 6 — membraani varras, 7 — imemisklapp, 8 — survekläpp, 9 — membraanipealne ruum, 10 — pumbahoova vedru, 11 — ekstsentrik, 12 — jaotusvõll, 13 — pumbahoob.



Joon. 379. Kütusepump Zis-5.

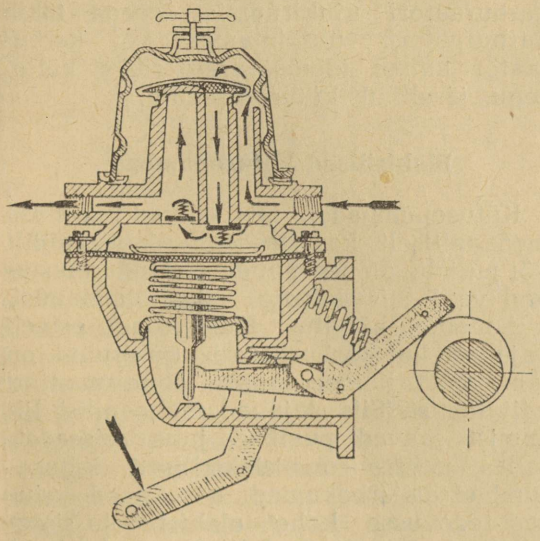
1 — survekläpp, 2 — imemisklapp, 3 — membraan, 4 — sadestusklaas, 5 — sadestusklaasi kinnituskruvi, 6 — pumbahoob.

Pumba membraani imemiskäik toimub pumbahoovastiku allatõmbel mootori jaotusvõlli ekstsentriku mõjul pumbahoovastikule. Pumba membraani survekäik toimub membraani all oleva vedru mõjul. Seega määrab selle vedru pinevus edasiantava kütuse rõhku.

Pumba hoovastiku ühendamine membraani vardaga on teostatud selliselt, et pumbahoovastik tõmbab küll membraani edasi, kui karburaator hetkeliselt vajab. Kütuse juurdeandmine katkeb siis, kui karburaatori ujukiruum on täis, ning nõelklapp suleb kütusele juurdepääsu ujukiruumi. Siis tekib pumba membraaniruumis vasturõhk, mis hoiab membraani allasurutuna. Membraan kerkib vedru survel vaid sel määral, kui kütust membraaniruumist välja voolab karburaatori nõelklapi avamisel. Seega on membraani

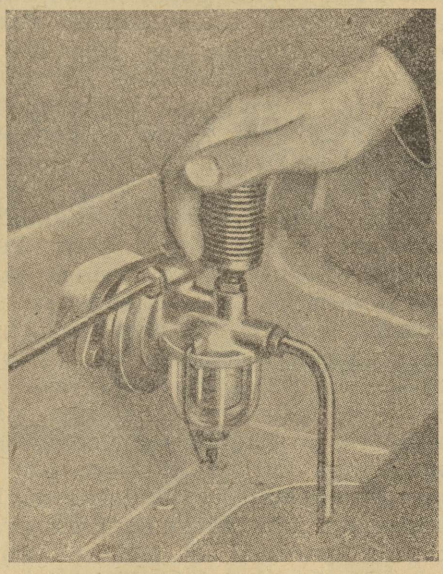
käik, vaatamata sellele, et pumba hoovastiku käik on mootori jaotusvõlli ekstsentriku tõttu alati ühesuurune, ainult nii suur, kui on vajalik tegeliku kütusehulga edasitoimetamiseks.

Kütusepumba võimsus sõltub mootori võimsusest, millele see asetatakse. Näiteks on sõiduauto Gaz M-1 kütusepumba võimsus 28 l/h, veoauto Zis-5 pumba võimsus 50 l/h, kusjuures membraani käik on vaid kuni 6 mm. Tavaliselt võetakse kütusepumbad kuni 5 korda suurema võimsusega, kui mootor tegelikult vajab. See on selleks, et kindlustada kütuse juurdeandmist ka väikeste pumba mittekorrasolekute puhul. Pumba surve peab olema 0,10 kuni 0,34 atü. Näiteks sõiduauto Gaz M-1 pumbal on see 0,10—0,20 atü, veoauto Zis-5 pumbal 0,16—0,22 atü.



Joon. 380. Kütusepump käsipumpamishoovaga.

Membraan-kütusepumpi leidub mitmesuguses konstruktiivses erinevuses, näiteks on mõnel tüübil kütuse sadestusruum eraldi välja ehitatud ning valmistatud klaasist (joon. 379), kuid nende töötamise põhimõte jääb ikkagi samaks. Mõnedel pumpadel on juurde ehitatud erihoob, mille kaudu saab pumba membraani üles-alla liigutada (joon. 380). See on siis vajalik, kui mootor ei tööta ning on vaja kütust, näiteks peale karburaatori puhastamist, karburaatorisse juurde anda. Ka teostub pumba tööleraken-damine kas mootori väntvõlli käsitsi pöörates või käivitit kasutades. Mõnedel pumpadel on selleks ette nähtud eriline metallist lõõts (joon. 381), mis on pumbale peale monteeritud.



Joon. 381. Kütusepump lõõts-abipumbaseadmega.

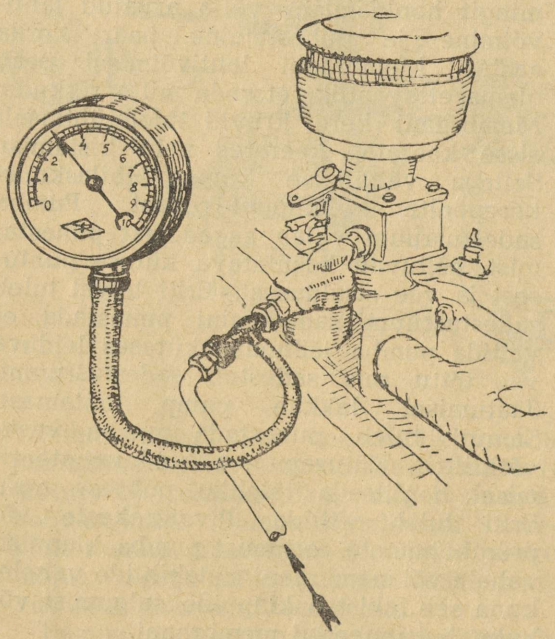
Kütusepumpade hooldamine, rikked ja kontroll

Kuna kütusepump ei oma mingeid reguleeritavaid osi, ei vaja see peaaegu mingit hooldamist, välja arvatud lahtivõtmine ja puhastamine paar korda aastas. Membraani lahtivõtmisel peab olema ettevaatlik, et seda mitte rikkuda. Membraani kere kruvid tuleb ühtlaselt sisse keerata, keerates neid ristamisi. Sellega välditakse kütuse läbilaskmist kerepoolte kokkupuutekohast. Pumba sadestusruum vajab sagedamat puhastamist, sõltuvalt kasutatava kütuse puhtusest ja vee sisaldusest. Eriti talvel tuleb sadestusruumi sagedamini puhastada, et vältida pumba jäätumist kütuses leiduva vee tõttu, mis sadestub sadestusruumi. Jäätumisel lakkab pump töötamast. Samuti tuleb puhastada pumba vaskvõrkfiltrit. Kütusepumba kokkumonteerimisel hoolitseda täieliku puhtuse eest. Eriti tuleb vältida liivaterakeste või prügikübemete sattumist pumba klappide vahele või membraani riidekihtide vahele, kuna see takistab klappide sulgumist või kulutab augukesed membraani.

Peamine pumba rike on kütuse juurdeandmise katkemine või vähenemine.

Siin võib vigastus peituda pumbas endas või torustikus. Pumba enese rikked on tingitud sadestusest sadestusruumis, ummistunud filtrist, ebatihedatest klappidest, vigastunud membraanist, ebatihedustest imemispoolel kas tihendite riknemise, torustiku lahtioleku või mõranemise tõttu, puudulikust kokkumonteerimisest, membraani käigu vähenemisest pumbahoovastiku või mootori jaotusvõlli ekstsentriku kulumise tõttu, pumba survekäigu nõrgenemisest murdunud või vähenenud vedrupinevuse tõttu. Pumba tegevuse nõrgenemine väljendub pumba surve langemises alla ettenähtud surve, mis tingib mootori võimsuse langu kütte-segu vaesestumise tõttu ja töötamise vahelejäämist üksikutes silindrites.

Et jõuda selgusele, kas rike peitub pumbas või on torustik ummistunud, võetakse pumba küljest kütusepaagist suubuva toru ots lahti ja puhutakse see käsiõhupumbaga läbi. Jõuvankrijuhid proovivad seda toru veel sel teel, et imevad suuga kütust sellest läbi. Kui kütus voolab suhu võrdlemisi vabalt, on toru puhas. Ettevaatust! Seda ei tohi teha bensiiniga, kuhu on detonatsioonikindluse tõstmiseks segatud tetraetüülpliid, kuna see on mürgine. Toru tagasi ühendades peab pump mõnekordse pumpamise järel, kusjuures pumbatakse välja torusse jäänud õhk, andma võrdlemisi tugeva kütuse joa, kui lahti võtta pumba küljest pumbast karburaatorisse suunduv toru. Kui juga ei teki või tekib nõrk juga, siis peitub rike pumbas.



Joon. 382. Kütusepumba korrasoleku kontrollimine manomeetri abil.

Teine ning otstarbekohasem viis on pumba rõhu ja imemise proovimine manomeetri abil. Selleks ühendatakse kolmiktoruga manomeeter pumba survepoolele ja siis imemispoolele (joon. 382). Manomeeter peab näitama pumbale ettenähtud rõhku 0,10—0,35 atü piires, samuti ka vaakumi imemispoolel. Kui pumba rõhk on väiksem, tuleb viga leida ja kõrvaldada.

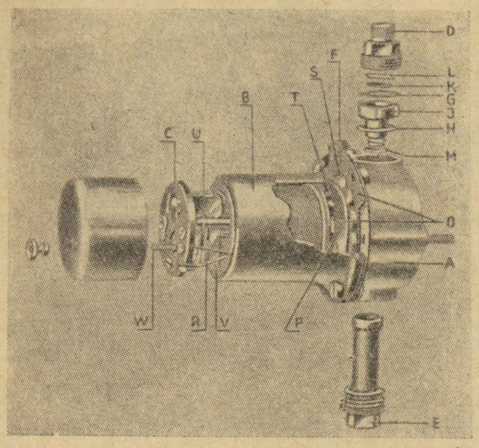
Erandjuhtumeil võib ka esineda kütusepumba ettenähtust kõrgem rõhk, mis on tingitud valesti kokkumonteeritud või liiga tugevast pumbamembraani all olevast vedrust. Ettenähtust kõrgem rõhk põhjustab kütuse nivoo ülemäärast tõusu karburaatori ujukiruumis, seega tekib karburaatoris üleujutamine või karburaator annab ülemääraselt rikast kütte segu, järelikult kütuse ülekulu.

Elektrilised kütusepumbad

Kütusepumpadel, mis saavad liikumise mehaaniliselt kas mootori jaotusvõllilt või mujalt, on see puudus, et nad alustavad vaid siis kütuse edasitoimetamist, kui mootor käivitus. Kuid sageli esineb vajadus, kui karburaatori ujukiruum on tühi, anda kütust juurde enne mootori käivitamist. Siis vajavad mehaanilist liikumist saavad pumbad juba eriseadet. Selles mõttes on elektrilised kütusepumbad otstarbekamad, sest need astuvad tegevusse kohe elektrivoolu sisselülimisel. Tavaliselt lülitakse elektrilised pumbad tegevusse üheaegselt mootori süüteseadme sisselülimisega.

Joonisel 383 on toodud elektriline kütusepump. See koosneb kolmest peaosast — kütuse edasiandmise seadmest kestas *A*, elektromagneti seadmest kestas *B* ning elektrivoolu lülitusseadmest kestas *C*. Kütuse väljavooluava nippel *D*, mille külge kinnitatakse karburaatorisse suunduv toru, asetseb kõrvuti kütuse sissevoolamise ava nipliga *F*, kuhu suubub kütusetoru kütusepaagist. Nende vastaspoolel asetseb peenike vask-sõelfilter, mida saab välja võtta kruvi *E* lahtikeeramisel. Pumba surveklapp *K* asetseb kütuse väljavooluava nipli *D* sees, oma pesas *J*, ning hoitakse kohal vedru *L* abil.

Klapipesa *J* tihendatakse seibide *G* ja *H* abil. Surveklapipesa *J* all asetseb imemisklapp *M*, mille pesa asetseb kestas *A*.



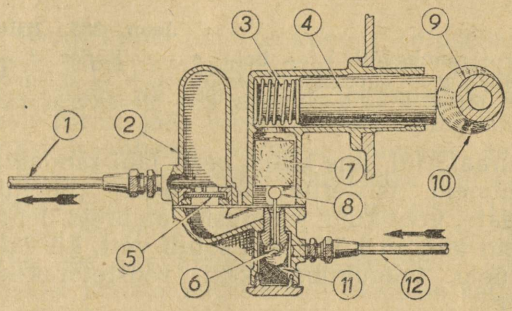
Joon. 383. Elektriline kütusepump.
A — kütuse edasiandmise seadme kest, B — elektromagneti seadme kest, C — elektrivoolu juurdeandmise ja katkestamise seadme kest, D — kütuse väljavooluava nippel, E — kütuse filtri vabastamise kruvi, F — kütuse sissevooluava nippel, K — surveklapp, J — surveklapi pesa, L — surveklapi vedru, G, H — tihendusseibid, M — imemisklapp, O — membraan, T — vedru.

Kütuse edasiandmise kesta *A* ja elektromagneti kesta *B* vahel on membraan *O*, mille elektromagnetipoolsele küljele on kinnitatud pehmest rauast ankur, selle ümber asetsevad 11 vaskrullikest, mis tsentreerivad ankru selle töötamisel. Elektromagneti kestas *B* asetseb elektromagnet, mis töötab jõuvankri akupatarei voolul. Kui süüde lülitakse sisse, magnetiseerub elektromagneti raudsüdamik ja tõmbab pumba membraani raudsüdamiku ligi, see moodustabki pumba imemiskäigu. Kui pumba membraan on imemiskäigul jõudnud oma äärmisse asendisse, katkeb automaatselt elektrivool, elektromagneti raudsüdamik demagnetiseerub, ning vedru T, mis asetseb elektromagneti ja membraani ankru vahel, surub membraani tagasi — see ongi pumba survekäik. Pumba imemisklapp võimaldab membraani imemiskäigul kütusele pääsu pumpa ning pumba surveklapp võimaldab membraani survekäigul kütuse pääsu karburaatorisse. Vedru *T* surub membraani abil sedavõrd kütust karburaatorisse, kuivõrd mootor seda ära kulutab.

Pumba õigeaegne tegevusse lülimine toimub elektrivoolu juurdeandmise ja katkestamise seadme abil, mis lülitub tegevusse membraani ankru külge kinnitatud pronksvarda abil, mis ulatub läbi elektromagneti katkestusseadmeni.

Kütuse kolbpumbad

Kolbpumpadena ehitatud kütuse edasiandmise pumbad pole leidnud suurt poolehoidu ja kasutamist, kuna need omavad liikuvaid osi, mis kiiresti kuluvad. Tava-



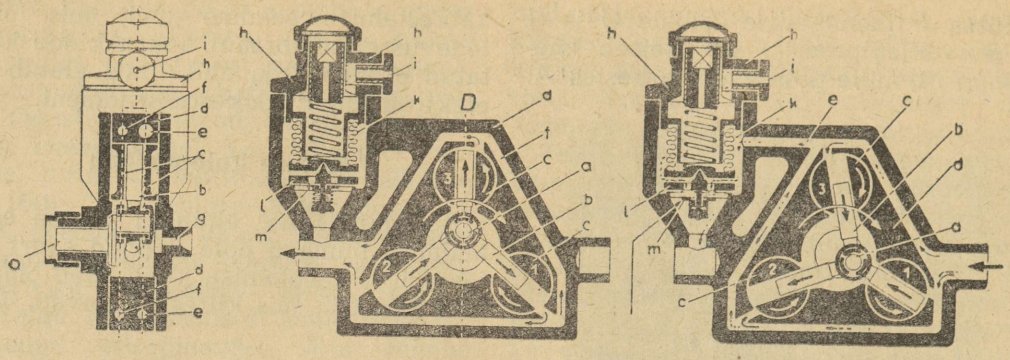
Joon. 384. Kütuse kolbpump.
1 — kütuse väljavoolutoru, 2 — rõhutasandaja, 3 — kolvi vedru, 4 — kolb, 5 — surveklapp, 6 — peaklapp, 7 — korkujuk, 8 — imemisklapp, 9 — jaotusvõll, 10 — ekstsentrik, 11 — sõelfilter, 12 — kütuse juurdevalgumistoru.

lised kolbpumbad saavad liikumise samuti jaotusvõllil asetsevalt ekstsentrikult (joon. 384). Nad on ehitatud selliselt, et pumba kolb ei puutu otseselt kokku kütusega, vaid pumba kolvi ja kütuse vahele jääb õhupadi. Kütuse karburaatorisse juhtimise rõhu püsivaks hoidmiseks on ette nähtud rõhutasandaja.

Joonisel 385 on toodud kütuse kolbpump, mis koosneb kolmest pumba elemendist, mis on teineteisega järjestikku lülitud selliselt, et pumba surve jääb praktiliselt püsivaks. Pumbal pole imemis- ega surveklappe olemas, selle aset täidavad pöörlevad silindrid. Kütuse püsiva rõhu hoidmiseks on pump varustatud rõhutasandajaga, mis on reguleeritav. Määrimiseks lülitakse pump lisatoru abil ühendusse mootori õlisurvetorustikuga.

Kütuse puhastid

Kuigi kütust tootvad tehased seda enne turustamist igati puhastavad ja filtreerivad, jääb siiski palju võimalusi pikal teekonnal kütuse tootjalt kuni tarbija kar-

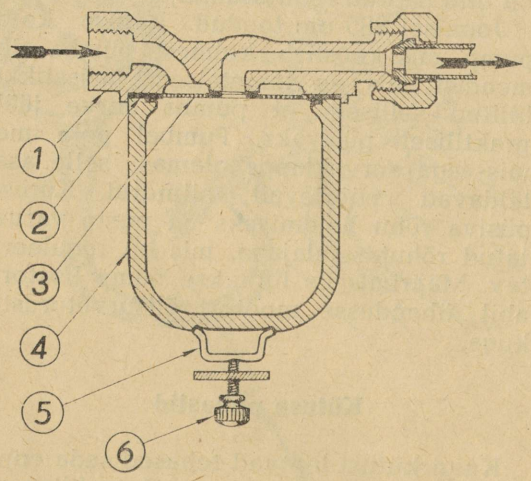


Joon. 385. Kütuse kolmikkolbpump.

a — pumbavõll, b — kolb, c — silinder, d — pumba kest, e — imemiskanal, f — survekanal, g — suruõli sissevooluava, h — õlisurveregulaatori kest, i — õli väljavooluava regulaatorist, k — membraan, l — õlisurveregulaatori ventiil, m — õli läbivalgumise ventiil.

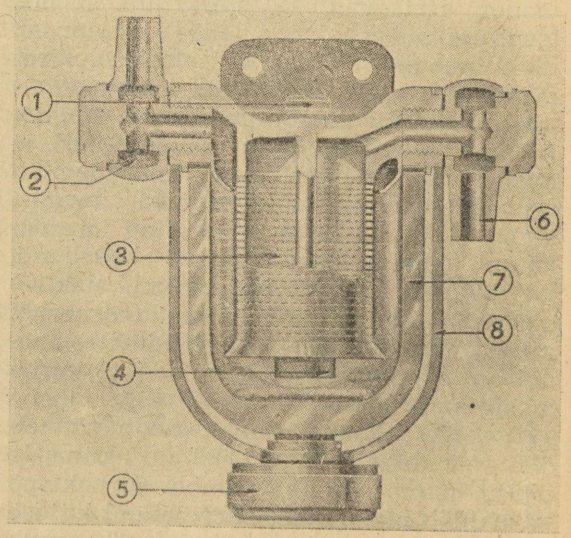
buraatorini, kus kütus peab läbi rändama mitmeid tsisterne, torustikke, pumpi, vaate, voolikuid, kannusid, ämbreid, lehtreid jne., et kütusesse satub vett, kõrvalaineid, tolmukübemekesi, roosteterakesi jne.

Et kindlustada mootori riketevaba töötamist, tuleb karburaatorisse juhtida vaid täiesti puhast kütust; selleks asetatakse kütusepaaki kütuse sissevalamise ava ette vask-sõelfilter, samuti kütusepaagist väljavoolamise ava ette. Kuid sageli asetatakse lisaks vask-sõelfiltrile, mis asetseb karburaatori ujukiruumis, kas karburaatori ja kütusepumba või kütusepumba ja paagi vahele erifilter või sadestusklaas vask-sõelfiltriga. Selle ülesanne on välja sadestada või kõrvaldada kütusepaagist kütusega kaasatulnud vett ja peeni rooste- ja mustuskübemekesi, mida eelmised filtrid läbi lasevad. See peab olema hõlbus lahti võtta, et puhastada sinna kogunenud mustust. See sadestusklaas või erifilter ehitatakse kas eraldi või kütusepumbaga kokku. Neid on mitmesuguse konstruktsiooniga. Joonisel 386 on toodud tavaline vask-sõelfiltriga sadestusklaas. Klaas on puhastamiseks lahtivõetav selle alumises osas oleva kruvi lahtikeeramise teel. Joonisel 387 toodud filter koosneb üksikutest rõngastest, mis ühe mutri poolt kokkuhoituna moodustavad toru, kuid mitte täisseintega, vaid peente väljalõigetega rõngaste servades, mis moodustavadki sõela, mil-



Joon. 386. Sadestusklaas.

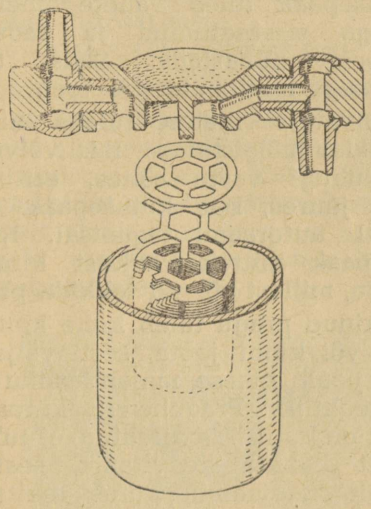
1 — filtri kaas, 2 — tihend, 3 — sõel, 4 — sadestusklaas, 5 — tugi, 6 — kinnituskruvi.



Joon. 387. Sadestusfilter.

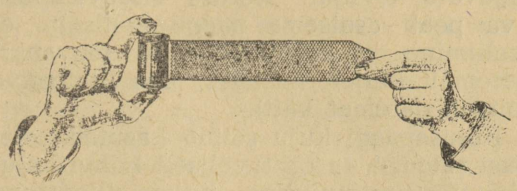
1 — filtri kaas, 2 — kütuse sissevooluava nippel, 3 — filterelement, 4 — filterelemendi kooshoidekruvi, 5 — sadestusklaasi kinnitusmutter, 6 — kütuse väljavooluava, 7 — sadestusklaas, 8 — sadestusklaasi hoideklamber.

lest kütus peab läbima. Väljalõigete sügavus on valitud niivõrd väike, et tekkivad avad eraldavad ka kõige peenemaid mustuskübemekesi ja koguni vett. Filtri laienev alumine rõngas takistab filtri klaasi põhja valgunud vee taassegunemist kütusega. Filtrisse sissevoolav kütus jaotatakse ühtlaselt ümber kogu filtri selle ülemises osas ettenähtud ringkanali abil. Peaks tekkima vajadus torufiltri lahtivõtmiseks avade puhastamiseks, on seda hõlbus teha mutri lahtikeeramisel. Lõdvenenud rõngad pestakse bensiinis pehme harjaga. Juhul kui need on pigitunud, siis aitab pesemine atsetoonis või veeldajas. Joonisel 388 toodud filterelement koosneb üksikutest terasplekist väljastantsitud erikujulistest seibidest, mida asetatakse vaheldumisi, seibide vahele jäävad avad on niivõrd kitsad, et eraldavad kütusest kuni 0,05 mm läbimõõduga mustuskübemekesed ja vee.



Joon. 388. Sadestusfilter.

Peenest vasktraatsõelast filtritel osutub see puudus, et kui sõel on võetud väga tihe, siis ummistub see ruttu ning teda on raske puhastada; kui see aga on jämedatoimelisem, siis laseb see mustuskübemekesed lubamatus suuruses läbi. Selle vastu kasutatakse mõnedes filtrites jämedatoimelisemat, kuid kahe- või kolmekordset vasktraatsõela. Lahtivõetud jämedatoimelisemat sõela on hõlpsam puhastada, kuid mitmekordsena kõrvaldab mustust sama hästi, kui peenetoimeline sõel. Joonisel 389 on toodud selline vasktraatsõel. Kokkukeeratuna kolmekordseks rulliks on ta heaks filtriks, lahtikeeratuna aga hõlbus puhastada.



Joon. 389. Kokkurullitav sõelfilter.

Kuigi kütus oma teekonnal kütusepaagist kuni karburaatorini läbib tavaliselt kolm või mõningatel jõuvankritel ka neli filtrit, jääb siiski jõuvankrijuhi hooleks hoolitseda äärmise puhtuse eest kütuse sissevalamisel jõuvankri kütusepaaki. Igal juhul ei tohi kütuse sissevalamisel ära võtta kütusepaagi sissevalamise ava ees ettenähtud vask-sõelfiltrit, sest see ei takista mitte ainult mustuse sattumist kütusepaaki, vaid on teataval määral ka kaitseks tuleohu vastu. Soovitav on kütusepaaki valatav kütus lasta läbi seemisnaha, mis asetatakse kütuse sissevalamisel kasutatavale lehtrile.

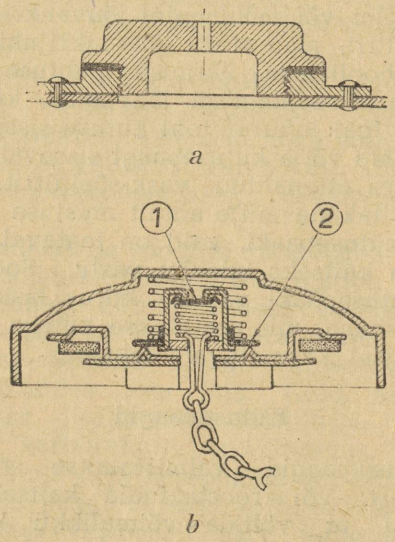
Kütusepaagid

Kütusepaagid valmistatakse roostekindlast või roostekindla kaitsekihiga plekist, et vältida võimalikku kütuse kadu läbiroostetamisel. Paak peab mahutama kütust vähemalt 350 km sõidu jaoks. Mõnedel jõuvankritel valmistatakse kütusepaagid kütuse mahutavusega kuni 600 km sõidu jaoks. Tugevuse tõstmiseks pressitakse paagi seintesse ribid. Loksumise vältimiseks, mis ilmneks eriti käänakutel sõites, jaotatakse paak vaheseintega osadeks. Paak varustatakse ülemises osas kütuse sissevalamise avaga, millesse paigutatakse sõelfilter. Filter hoiab ära mustuskübemete sattumist paaki kütuse sissevalamisel ning on ühtlasi kaitseks juhusliku tuleleegi sattumise vastu kütusepaaki. Paagi alumisse ossa kinnitatakse kütuse väljavoolamise toru.

Sõiduautodel asetatakse kütusepaak peamiselt autoraami tagumisse otsa. Veoautodel asetatakse see kas juhiistme alla või raami paremale küljele; harvemini raami vahele keskele või tagumisse otsa. Suurematele veoautodele või autobustele asetatakse kaks paaki, mis on kas omavahel ühenduses või eraldi. Vii-

masel juhul peab olema ettenähtud kütuse karburaatorisse juhtimise torul ümberlülimise kraan ning kaks kütuse tagavara näitajat. Kütuse sissevalamise ava peab asetsema paagil selliselt, et tankimine on võimalik vaid jõuvankri paremalt küljelt (maades, kus liiklemine toimub paremat kätt).

Kütusepaagi kuju sõltub kasutada olevast ruumist, ta on tavaliselt kohvrikujuline või kastikujuline, kuigi silindriline oleks kogu kütuse väljavoolamise seisukohast kallakteedel parem kui lamedakujuline, kuid ta vajab enam ruumi.



Joon. 390. Kütusepaagi kork.
a — tavaline, *b* — imemis- ja surveklapiga. 1 — klapp välisõhu pääsuks kütusepaaki, 2 — klapp kütusepaagis tekkiva ülerõhu vältimiseks.

Paaki asetatakse ujukiseadeldis kütuse tagavara näitamiseks, kusjuures näitaja ise, tavaliselt elektriline, asetatakse juhiruumi armatuurlauale.

Kütusepaagi sissevalamise ava kaetakse kütuse väljaloksumise vältimiseks korgiga. Korgis on ette nähtud ava, mille kaudu välisõhk pääseb paaki, sest vastasel korral ei voolaks kütust paagist välja. Seda juhtubki, kui see ava on juhuslikult ummistunud.

Mõnede autode kütusepaagid varustatakse korkidega, millel on kaks klappi (joon. 390). Ühe klapi kaudu pääseb õhku sellevõrra paaki, kuivõrd sealt kütust välja voolab, teine klapp avaneb, kui palava ilmaga paagis tekib ülerõhk kütuse aurustumisel. Selline kork kaitseb kütuse kergemini aurustuvate osade kadu.

Kütusepaak kinnitatakse raami külge keevitatud tugedele kas poltidega või terasvitstega. Elastsust saavutatakse vahelepandavate kummist puhvrite või puidust klotsidega, mis kaitseb paagi läbihõõrdumise eest autoraami läbipaindumistel.

Kütusepaak tuleb vahete-vahel sinna kütusega sissesattunud ja sadestunud mustusest puhastada. Seda tehakse surveveega läbiloputamise teel.

Tekkivatest riketest tuleks nimetada juhuslikke mõlgistumisi, mis võivad tekkida kuhugi vastu sõites, eriti sõiduautode juures, kus kütusepaak asetseb madalal autoraami tagaotsal. Ka võib kütusepaak mittekorralikust kinnitusest logiseda, millest võivad tekkida praod.

Tekkinud pragu tuleb kohe kinni keevitada või kinni joota, sest väljavoolav kütus, peale otsese majandusliku kahju, on tuleohtlik. Pragunenud kütusepaaki, millest on kütus kõrvaldatud, ei tule mitte otseselt hakata keevitama, sest paaki osaliselt sissejäänud kütus tekitab seal küttesegu, mis tulega kokku puutudes võib plahvatada. Kõige parem on paaki enne keevitamist veega läbi loputada.

ÕHUPUHASTID

Välisõhk, mida mootor imeb läbi karburaatori küttesegu moodustamiseks, pole kunagi absoluutselt puhas, vaid sõltuvalt sellest, missugustes teede- ja ilmastikuoludes jõuvanker liigub, sisaldab kas enam või vähem tolmu, millest suurema osa moodustab peenekshõõrutud kõvateraline räniliiv. Tolm üksinda polekski nii ohtlik mootorile, kuid sattudes mootori silindrites kokkupuutesse silindriseintel oleva õliga, moodustab see kõvateralise pasta, mis kulutab kiiresti mootori silindreid, kolbi ja kolvirõngaid, ning sattudes siit edasi koos õliga laagritesse, kulutab laagreid ja muid hõõrduvaid osi.

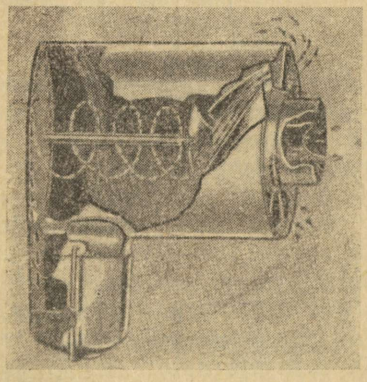
Katsete varal on kindlaks tehtud, et 1 m³ õhku sisaldab, sõltuvalt teeoludest, 0,003 kuni 0,1 g tolmu. Kui mootor kulutab 100 km sõiduks 20 l kütust ning iga

liitri kütuse jaoks kulub umbes 12 m³ õhku, imeb mootor endasse 100 km sõidul kuni 24 grammi tolmu. Kuigi suurem osa sellest tolmust jällegi mootorist koos heitegaasidega välja tuleb, jääb sinna seda siiski küllaldasel määral, et tekitada suurt kulumist. Et kaitsta mootoreid selle kulumise eest, varustatakse nad õhupuhastitega. Katsete varal on kindlaks tehtud, et mootori kuluvus õhupuhastita sõites on 10 korda suurem kui õhupuhastiga sõites. Kuid kahjuks ei oska paljud jõuvankrijuhid seda tähtsat tegurit mootori kulumise vähendamiseks küllaldaselt hinnata, mis väljendub selles, et tavaliselt ei hoolitseta küllaldasel määral õhupuhastite olemasolu ja korrasoleku eest.

Töötamise põhimõtte kohaselt ehitatakse õhupuhastid, kus toimub:

a) inertsjõuga filtreerimine,
b) kuivalt filtreerimine,
c) niisutatult filtreerimine,
d) õliga filtreerimine,
e) kombineeritult filtreerimine.

Korralikult töötavalt õhupuhastilt nõutakse, et see puhastaks läbivoolava õhu täielikult ning ei avaldaks õhu läbivoolavusele suurt takistust. Kuna jõuvankril on ruum piiratud, peab õhupuhasti olema mõõdetelt väike ning kerge ja selle käsitamine ja hooldus peab olema lihtne ja vähe aega nõudev.

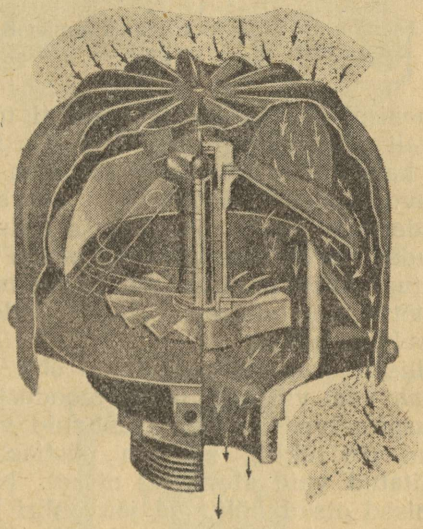


Joon. 391. Inerts-õhupuhasti.

Joonisel 391 on toodud õhufilter, mis töötab inertsjõu põhimõttel. Siin antakse filtrist läbivale õhuvoolusele paigalseisvate spiraalsete tiibade abil ringliikumine, mille tõttu õhus leiduvad tolmukübemekesed, mis on raskemad kui õhk, paisatakse tsentrifugaaljõul vastu õhupuhasti väliskesta, kus see koguneb õhupuhasti alla ehitatud tolmukogujasse. Tolmuvaba õhk imetakse filtri keskelt välja.

Selle õhupuhasti puuduseks võib nimetada asjaolu, et korralik õhu puhastamine toimub vaid kiiremate mootori pöörete juures. Aeglasemal õhu filtrist läbivoolamisel mootori aeglasematel pööretel, ei saa õhk vajalikku ringliikumist selleks, et kogu tolm tsentrifugaaljõul välja tuleks. Pealegi tekib oht, et mootori järsul pöörete muutmisel paisatakse õhupuhastisse kogunenud kuiv tolm õhku tagasi, ning see pääseb tolmupilvena mootorisse.

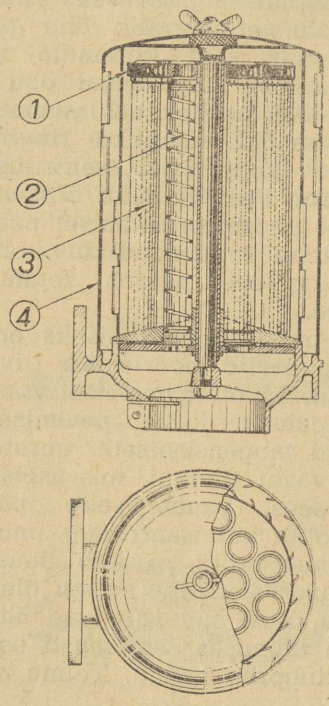
Nende puuduste vältimiseks on ehitatud õhupuhastid pöörlevate tiivikutega (joon. 392). Mootori imemisel voolab õhk läbi õhupuhasti kesta pealmises osas ettenähtud tangensiaalsete uurete, ning sattudes vastu tiivikut, mis asetseb õhupuhasti sees, paneb selle pöörlema. Tiivik töötab kui tsentrifuug, mis õhule ringliikumist andes paiskab õhus leiduvad tolmukübemekesed vastu õhupuhasti väliskesta, kust nad valguvad õhupuhastist välja alumises õhupuhasti osas ettenähtud ringprao kaudu. Tolmu väljavii-



Joon. 392. Tiivik-õhupuhasti.

mist ringprao kaudu soodustab kõrgendatud õhurõhk, mis tekib tiiviku pöörlemisel. Selle mõjul tekib ringpraos tugev õhuvoolus, mis viib kõik õhust väljapaisatud tolmu õhupuhastist välja. Puhastatud õhk voolab õhupuhasti keskelt mootorisse. Puutudes enne õhupuhastist

väljumist kokku alumise tiivikuga, mis on võlli kaudu ühenduses ülemise tiivikuga, annab õhk selle abil ülemisele tiivikule veelgi tugevama pöörlemisejõu.

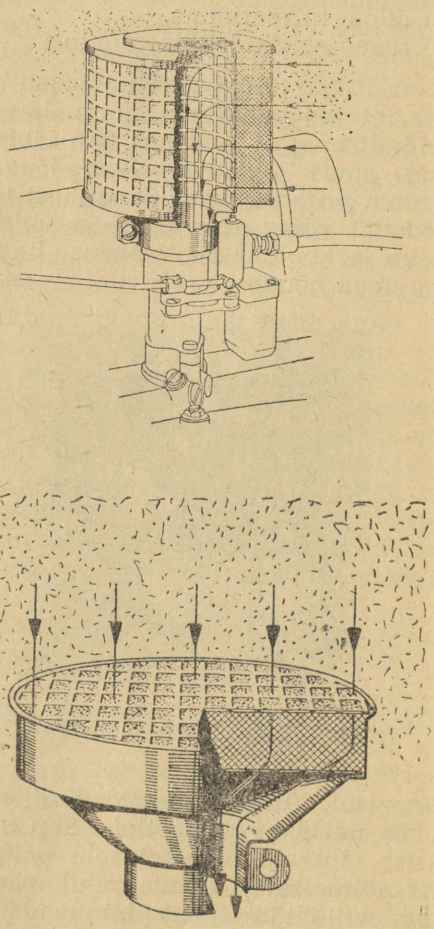


Joon. 393. Viltsukkadega õhupuhasti.
1 — kummivõru, 2 — spiraalvedru, 3 — viltsukk, 4 — kest.

Joonisel 393 toodud õhupuhasti töötab kuivalt filtreerimise põhimõttel. Ta koosneb kahekordsest väliskestast, kus õhusissevoolupilude viltuste servadega muudetakse järsku õhuvooluse liikumise suunda. Õhuvooluse liikumise suuna järsu muutuse tõttu paiskub osa tolmu inertsjõu tõttu õhuvoolusest välja ja sadestub õhupuhasti põhja.

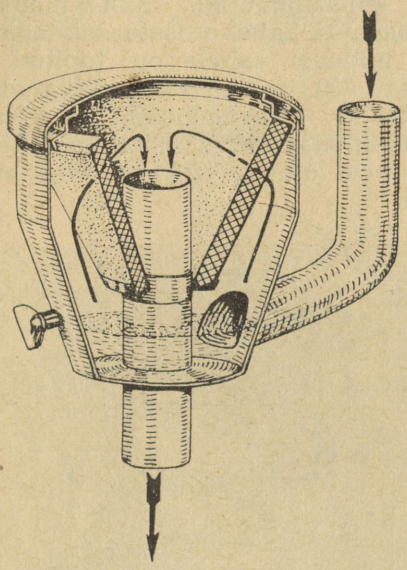
Selliselt osaliselt puhastatud õhk peab läbima veel viltfiltri, mille moodustavad terasspiraalvedru peale tõmmatud vildist sukad (16 tükki), mis on püstiasendis, kinnitatud vaid alumisest otsast. Nende ülemised otsad hõljuvad jõuvankri liikumisel, seega langeb tolm, mis õhu filtreerimisel jääb vildi peale, automaatselt maha õhupuhasti põhja, seega pole karta vildi ummistumist tolmust, mis suurendaks õhupuhasti õhutakistust. Et vältida müra, mis tekiks nende kokkupuutel, asetatakse viltsukkade ülemisse otsa kummist rõngad. Õhupuhasti tuleb sissesadestunud tolmust sagedasti puhastada. Selleks on väliskest hõlpsasti mahavõetav ühe tiivikkruvi lahtikeeramisel, kusjuures saab puhastamiseks välja võtta kõik vildist sukad korraga ühes alusega. Tavaliselt piisab vaid sukkade harjamisest.

Joonisel 394 toodud õhupuhastid töötavad niisutatult filtreerimise põhimõttel. Siin koosneb filtri element peenikesest metallkoest, mida niisutatakse õliga. Filtrist läbivoolav õhujuga peab läbima peeni käike metallkoes, kusjuures õhus leiduvad tolmukübemekesed jäävad õliga niisutatud koe külge. Seega kogutakse siin õhus leiduv tolm filtrisse. Metallkoe asemel kasutatakse mõnedes filtrites metall-laastusid, väikesi toruotsakesi, augustatud plekitükikesi, väikesi rõngaid jne. Need filtrid tuleb teatud ajavahemiku järel bensiinis või petrooleumis põhjalikult puhastada, kütus lasta ära nõrguda ning kasta vedelasse mootoriõlisse.



Joon. 394. Õliga niisutatavad õhupuhastid.

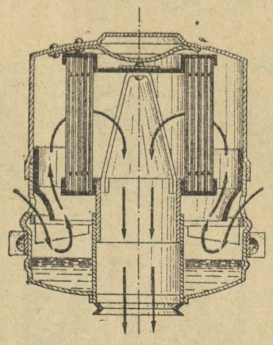
Joonisel 395 toodud õhupuhasti töötab õliga filtreerimise põhimõttel. Selle kesta alumises osas on õli, milleks kasutatakse tavaliselt tarvitatud mootoriõli. Õhupuhastisse voolav õhk paiskub vastu õlipinda ning see püüab õhus leiduvad tolmukübemekesed kinni. Kuna õhusissevooluava on paigutatud tangensiaalselt, hakkab ka õli pöörlema sissevoolava õhu voolusest ning tekkivast tsentrifugaaljõust tõuseb ta mööda õhupuhasti kesta kõrgemale, moodustades kõrgendatud õlist kihi kesta seinal.



Joon. 395. Õli õhupuhasti.

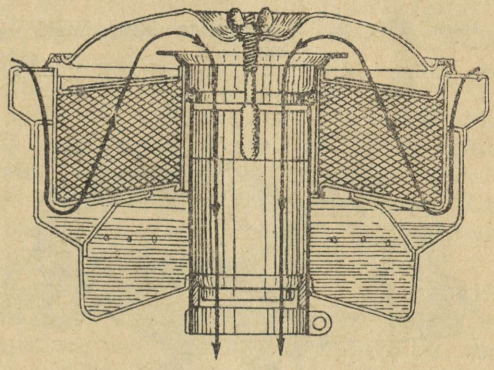
Nüüd peab sissevalguv õhuvoolus läbima seda õlikihti, mis muudab õhupuhastuse väga intensiivseks. Katsed näitavad, et selline õhupuhasti eraldab kuni 99% õhus leiduvast tolmust. Juhuslikult läbipääsenud tolm eraldub filtri ülemises osas ettenähtud teises metallkoelises filterelemendis. Neid filtreid kasutatakse väga tolmurikastes töötamistingimustes. Kuna õhu filtreerimisel koguneb tolm õlisse, tuleb see ettenähtud ajavahemike järel uuendada.

Joonisel 396 toodud õhupuhastis kasutatakse õhu filtreerimiseks samuti õli, mis asetseb õhupuhasti alumises osas, kuid siin voolab õhk puhastisse radiaalselt, kestas oleva ringpilu kaudu. Teise filterelemendi moodustab augustatud plekk. Õhk puutudes kokku õhupuhasti alumises osas oleva õliga kisub selle osakesed kaasa, mis paiskuvad vastu teist filterelementi, hoides seda õlisena. Üleliigne õli valgub sealt ära, sellega puhastub teine filterelement pidevalt.

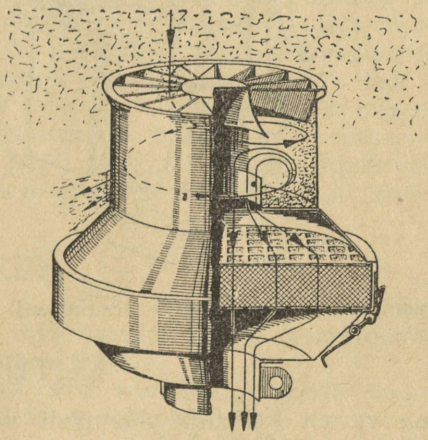


Joon. 396. Veoauto Zis-5 õhupuhasti.

Joonisel 397 toodud õhupuhasti töötamine on analoogiline ning selgub jooniselt. Teise filterelemendi moodustab siin vask-võrkkude.

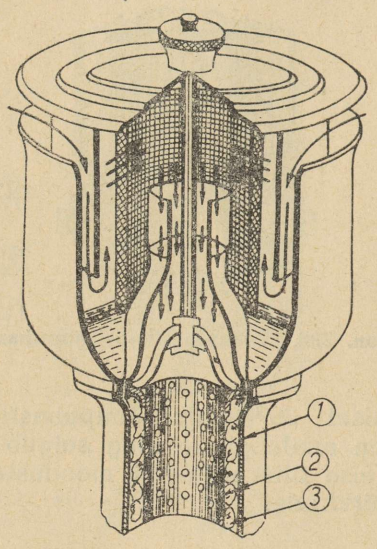


Joon. 397. Õliga isemärguv õhupuhasti.

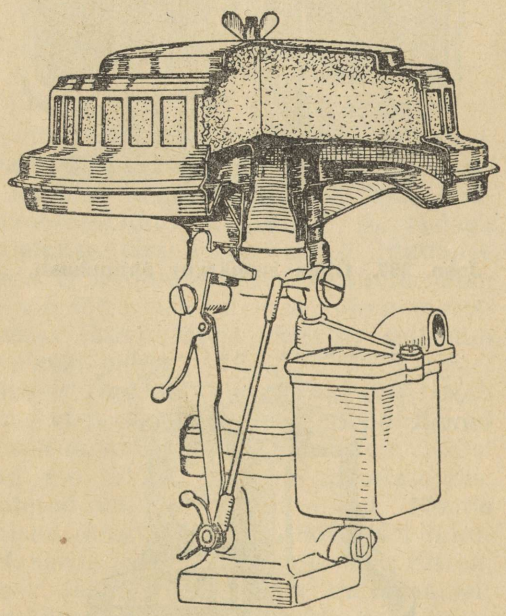


Joon. 398. Kombineeritud õhupuhasti.

Joonisel 398 toodud kombineeritud õhupuhasti koosneb ülemises osas inertsjõul töötavast filterelemendist, mis eraldab suuremad tolmukübemekesed, ning alumises osas õliga niisutatud filterelemendist, mis eraldab ülejäänud peene tolmu.



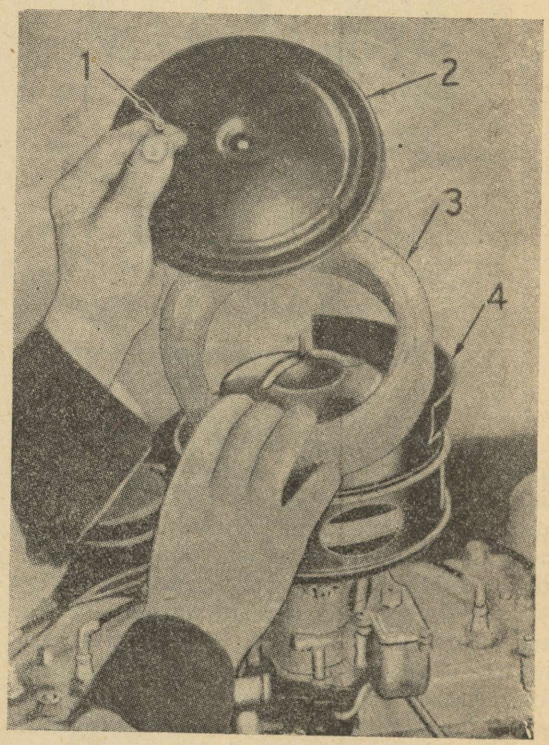
Joon. 399. Kõlasummutiga õhupuhasti — Gaz M-1.
1 — väline toru, 2 — sisemine toru, 3 — kõla summutav vatt.



Joon. 400. Kõlasummutav õhupuhasti.

Õhupuhastid peale korralikku ja ettenähtud ajavahemikkude järgset puhastust muud hoolt ei vaja. Tuleb pidada meeles, et mitteõigeaegselt või puudulikult puhastatud õhupuhasti omab suurendatud õhutakistust, mille tõttu tasakaalustamata karburaatoriga varustatud mootoril tõuseb kütusekulu.

Tavaliselt varustatakse õhupuhastid, peamiselt sõiduautodel, ka imemis-kõlasummutitega. Joonisel 399 on toodud sõiduauto Gaz M-1 õhupuhasti kombineeritud kõlasummutiga. Siin moodustab kõlasummuti kahekordsete seintega õhutoru, millede vahele on topitud vatt. Joonisel 400 toodud kokkuehitatud õhupuhastis ja kõlasummutis on kõlasummutamine saavutatud metallkoe filterelemendi peal oleva paksema kihi metallvatiga.

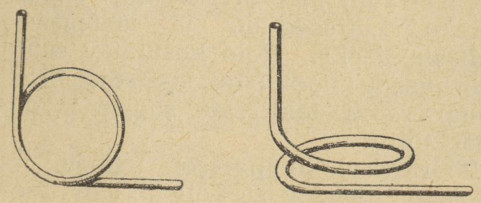


Joon. 400-a. Õhupuhasti puhastamiseks väljavõetava filtriga.
1 — kaane kinnitusmutter, 2 — kaas, 3 — väljavõetav filter, 4 — õhupuhasti kest.

KÜTUSE TORUSTIK

Kuna varem kasutati peamiselt vasktorusid, on nüüd üle mindud peamiselt õhukeste terastorude kasutamisele, mis on kergelt üle vasetatud. Terastorud on

palju elastsemad ning ei murdu nii hõlpsalt, kui vasktorud. Murdumiste vältimiseks, eriti vasktorude kasutamisel, tuleb torude monteerimisel elastsuse saavutamiseks ringpainded sisse teha. Et ringpaindesse ei koguks vett, ei tohi neid asetada püsti (joon. 401 *a*), vaid küljeli (joon. 401 *b*).



a *b*

Joon. 401. Ringpainded kütusetorus.
a — vale, *b* — õige.

Torud kinnitatakse peamiselt niplitega, milleks toru ots valtsitakse, või asetatakse peale kooniline vahenippel, mis mutri kinnikeeramisel tihedaks litsutakse.

Viimasel ajal kasutatakse ka sünteetilisest kütusekindlast kummist voolikuid, mis on eriti otstarbekohased kohtades, kus toimub toru vibreerimine. Need kinnitatakse klambrite abil.

Torustiku riketest võiks nimetada pragunemist vibreerimisest ja ebatihedused ühenduskohtades. Pragunenud koht joota mitte tinaga, vaid vasega kinni. Pragunenud toru saab ka sel teel parandada, et asetatakse pragunenud kohale sobiva läbimõõduga kütusekindlast kummist voolikutükk, mis kinnitatakse traadiga või klambriga.

KÄSITSUSSEADMED

Kuna karburaatorid kinnitatakse mootori külge, peab jõuvankrijuhile olema antud võimalus selle käsitsemiseks istudes juhiruumis. Tavaliselt on jõuvankrijuhil karburaatori käsitsemiseks kolm seadet:

a) armatuurlaual asetsev käsigaasinupp või roolil asetsev käsigaasipide,
b) juhiruumi põrandal asetsev gaasipedaal,
c) armatuurlaual asetsev õhupiiramisklapi nupp.

Tavalises sõiduolukorras ei muuda jõuvankrijuht karburaatori poolt antavat küttesegu koostist, sest see toimub karburaatoris automaatselt. Juht muudab vaid mootorisse juhitavat küttesegu hulka, suurendades või vähendades gaasiklapi avamismääraga mootori võimsust. Kuid mootori käivitamisel ja eriolukordades, näiteks raskel veol, kus on vajalik hetkeliselt rikkamat küttesegu, kui karburaatori automaatseadeldised seda annavad, on jõuvankrijuhil võimalik armatuurlaual asetseva õhupiiramisklapi nupu kasutamisega seda saavutada.

Selleks on armatuurlaual asetsev käsitsusnupp või roolil asetsev käsitsuspide ning gaasipedaal trossi või hoovastiku kaudu ühenduses karburaatori gaasiklapiga ning õhupiiramisklapiga, või kui karburaatoril on olemas erikäivituskarburaator, siis ka sellega.

Jõuvankritel seatakse karburaatori gaasiklapi käsitsusseade selliselt, et gaasiklapi avamiseks gaasipedaalile surudes jääb käsigaasinupp liikumatuks, kuid käsigaasinupu väljatõmbamisega gaasiklappi avades liigub ka gaasipedaal allapoole. See võimaldab, näiteks mootori soojenemise perioodil, lasta mootoril töötada pööretega, mis määratakse käsigaasinupu asendiga; samas on aga võimalik hetkeks, et mootoriõli külma mootori paremaks määrimiseks intensiivsemalt laiali paiskuks, jalaga gaasipedaalile vajutades, mootori pöördeid tõsta.

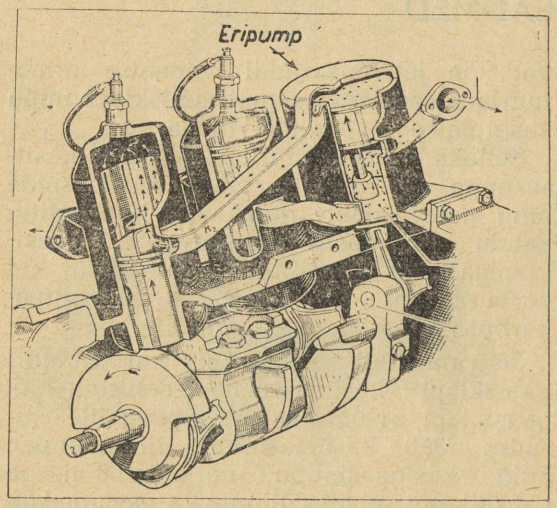
KOMPRESSORID

Kompressoreid kasutatakse jõuvankrite mootoreil selleks, et tõsta selle võimsust või, õigemini öeldud, sama silindrimahuliselt mootorilt saavutada suuremat võimsust. Näiteks kui tavaline mootor arendab kuni 70 HJ, võib samalt mootorilt, varustades teda kompressoriga, saavutada 110 HJ.

Teatavasti voolab küttesegu mootori silindritesse selle tõttu, et mootor teda imeb või, õigemini öeldud, selle tõttu, et mootori silindris tekib kolvi allaliikumi-

sel tühjus ning välisõhk atmosfäärilise rõhu all valgub sellesse tühjusesse, võttes oma teekonnal karburaatorist kütust kaasa, moodustades küttesegu.

Selle tõttu, et mootori silindritesse voolamisel on õhul ja küttesegul oma teekonnal takistusi ning mootori sisselaskeklapi lahtiolekuaeg, sõltuvalt mootori pöörete arvust, on piiratud, ei täitu silinder küttesegu ga täiel määral, vaid ainult osaliselt. Suhet tegelikult silindrisse voolanud küttesegu kaalu ja silindrisse mahtuva küttesegu kaalu vahel nimetatakse mootori täiteastmeks. Tavalistel jõuvankrimootoritel on see keskmiselt 0,85. Asetades mootorile kompressori võib selle abil, ületades küttesegu voolamistakistusi, tõsta mootori täiteastet 1,0-ni või koguni enam, surudes küttesegu mootori silindritesse.



Joon. 402. Kompressor silindrite läbipuhumiseks.

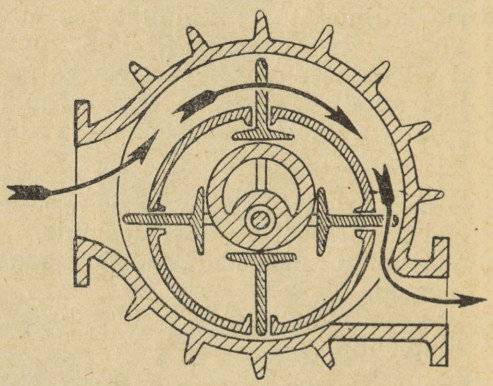
Kompressoreid kasutatakse peamiselt võidusõiduautodel, võidusõidumootorratastel, eriotstarbelistel jõuvankritel ja lennukeil, kus see on eriti oluline, sest lendamisel suurematel kõrgustel langeks seal mootori võimsus hõredamaks muutuva õhu tõttu. Kuna kompressoriga varustatud mootorid on kallimad ning kompressori rakendamine on seotud kütuse lisakuluga, pole need veel suuremal hulgal kasutamisel tavalistel jõuvankritel.

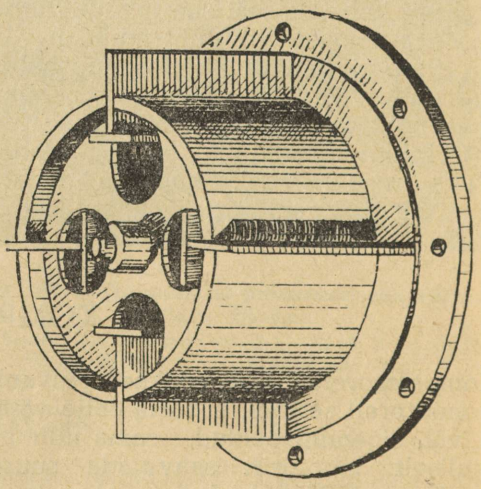
Jõuvankrimootorite kompressorid ehitatakse

1) kolbkompressorina,
2) pöörlevkolbkompressorina,
3) rootorkompressorina,
4) tiivikkompressorina.

Kolbkompressorit (joon. 402) kasutatakse peamiselt vähemajõulistel kahetaktilistel jõuvankrimootoreil, kus see on määratud mootori silindri täitmiseks värske küttesegu ga ja heitegaasidest puhastamiseks. Pole kasutatav suurema võimsusega mootoritel, suuremamõõtelisel kompressoril tekkivate suurte inertsjõudude tõttu.

Pöörlevkolbkompressor (joon. 403) koosneb pöörlevast kolvist, mis asetseb ekstsentriliselt kompressori kestas. Õhu kokkusurumine ja edasiandmine toimub kolvis radiaalselt kolvi pöörlemisel liikuvate tiivikute poolt. Pöörlevkolbkompressor on võrdlemisi lihtne oma ehituselt, kuid et selle mõõteid hoida väikestena, peab see töötama kiiretel pööretel, mis

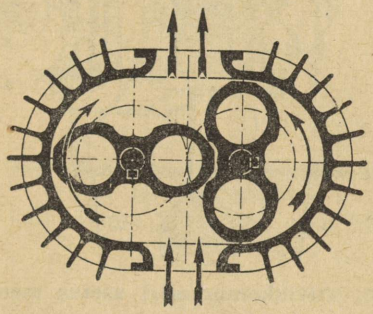




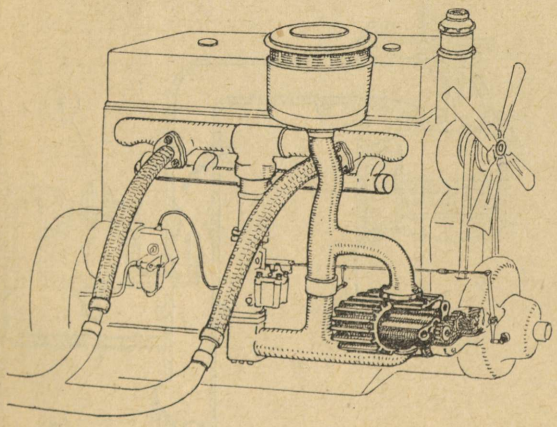
Joon. 403. Pöörlevkolbkompressor.

aga kutsub esile suurt tiivikute ja kesta kulumist.

Rootorkompressor (joon. 404) koosneb kestast, milles pöörlevad kaks rootorit, mis võivad olla kas kahetiivalised või kolmetiivalised. Kompressor asetatakse mootorile kas paralleelselt väntvõlliga (joon. 405) või vertikaalselt (joon. 406). Pearaskus seisab siin tiheduse saavutamises rootorite endi vahel ning rootorite ja kesta vahel, mis peab toimuma suure täpsusega. Seepärast on see kompressor eriti tundlik õhus leiduva tolmu ja temperatuuri muudatuste suhtes ning töötab võrdlemisi suure müraga.

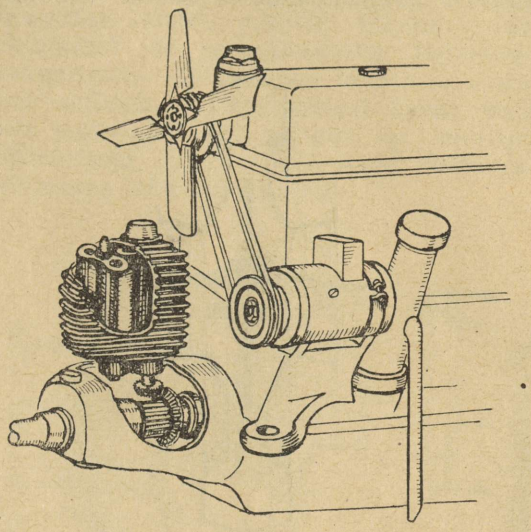


Joon. 404. Rootorkompressor.

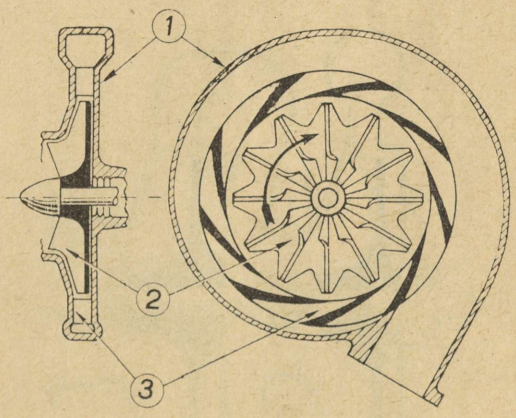


Joon. 405. Rootorkompressori asetus mootoril horisontaalselt.

Tiivikkompressorid ehitatakse kas ühekettalised (joon. 407), kahekettalised paralleelselt (joon. 408) või kahekettalised järjestikku (joon. 409). Kahekettalist tiivikkompressorit kasutatakse seal, kus on vajalik suurem õhuhulk väiksema rõhu all, kahekettalist järjestikkompressorit seal, kus on vajalik väiksem õhuhulk suurema rõhu all. Joonisel 410 on toodud tiivikkompressori asetus mootoril.



Joon. 406. Rootorkompressori asetus mootoril vertikaalselt.

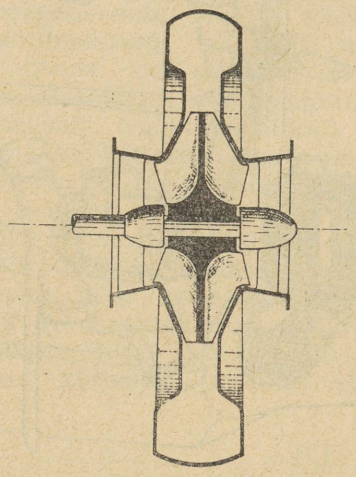


Joon. 407. Ühekettaline tiivikkompressor.
1 — kere, 2 — tiivik, 3 — juhtlabad.

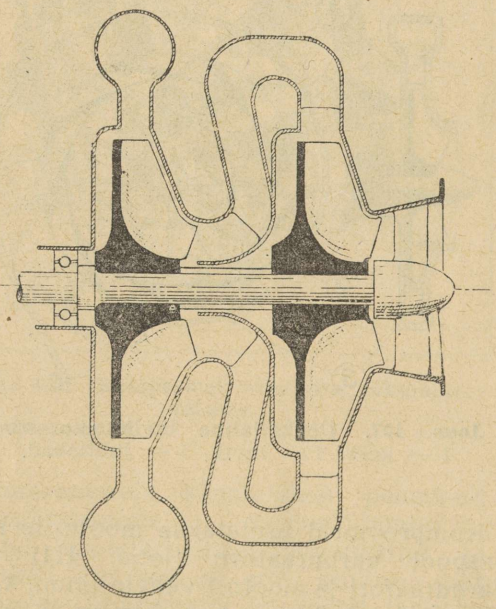
Kompressorid asetatakse mootorile kas eespool karburaatorit (joon. 411) või karburaatori ja mootori vahele (joon. 412). Viimasel juhul peab kompressori ja mootori vahel olema ette nähtud kaitseklapp, mis võimaliku küttesegu plahvatuse korral mootori ja kompressori vahel võimaldab tekkivale plahvatusrõhule väljapääsu. Selles torustiku osas on plahvatuse oht, sest seal on kompressori täisrõhu all olevat küttesegu, mis võib süttida mootorist. Peale selle nähakse ette teine klapp, mis võimaldab tekkiva ülemäärase rõhu puhul

osal küttesegul pääsu tagasi kompressori imemistorusse.

Enamikule kompressoreile antakse liikumine hammas-ajamite kaudu mootori

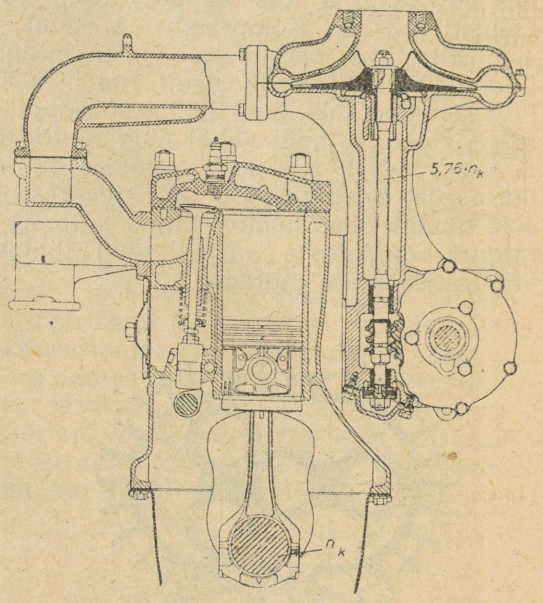


Joon. 408. Paralleeltiivik-kompressor.

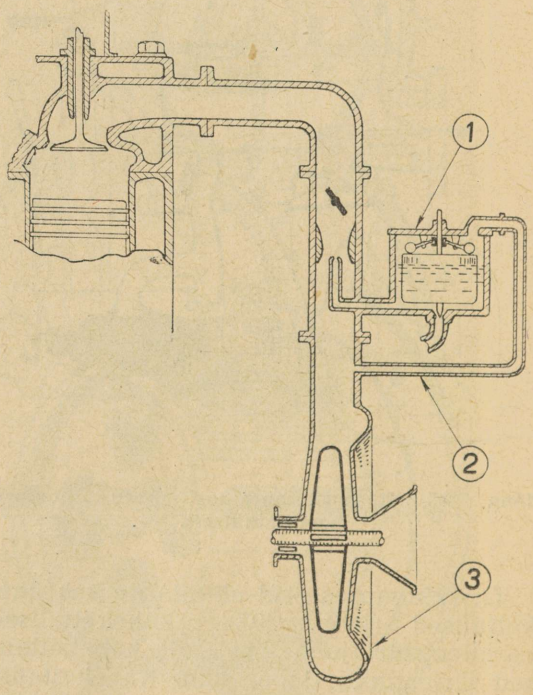


Joon. 409. Kahekettaline järjestiktiivik-kompressor.

väntvõllilt, kuid ehitatakse ka kompressorid, mida käivitatakse mootori heitegaasidega gaasiturbiini kaudu. Siin kasutatakse ära osa sellest energiahulgast, mida mootori heitegaasid sisaldavad mootorist väljumisel ning mis läheb soojuse näol tavaliselt välisõhku kaotsi, moodustades mootori kadudest ca 30% kütusena mootorisse viidud soojuse hulgast.



Joon. 410. Tiivikkompressori asetus mootoril.

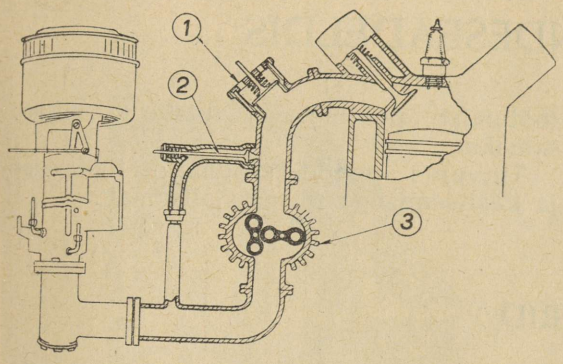


Joon. 411. Kompressori asetus eespool karburaatorit.

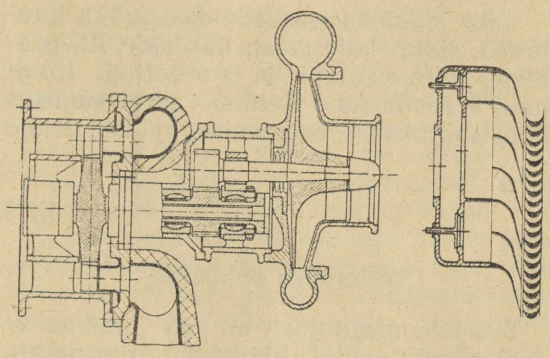
1 — karburaator, 2 — karburaatori ujukiruumi rõhu tasakaalustustoru, 3 — kompressor.

Selline turbokompressor (joon. 413) koosneb väikesest turbiinist, mille liikumapanemiseks kasutatakse mootori heitegaase, ja tiivikkompressorist, mis on ühisel võllil turbiiniga ning teostab õhu surumist mootorisse.

Kompressorite kasutamisele võtmine asetab mootoreid raskematesse töötamistingimustesse kõrgendatud plahvatussurvete- ja töötamistemperatuuride tõttu, mispärast langeb mootori töötamise iga. Seepärast on kompressorite tegevusse rakendamise lülitusseade tavaliselt ehitatud selliselt, et kompressor astub vaid siis tegevusse, kui mootor on tavalisel täiteastmel oma maksimaalse töötamisvõimsuse juba saavutanud.



Joon. 412. Kompressori asetus karburaatori ja mootori vahel.
1 — kaitseklapp, 2 — rõhu tasandusklapp, 3 — kompressor.



Joon. 413. Turbokompressor.

VI. JÕUÜLEKANDESEADELDIS

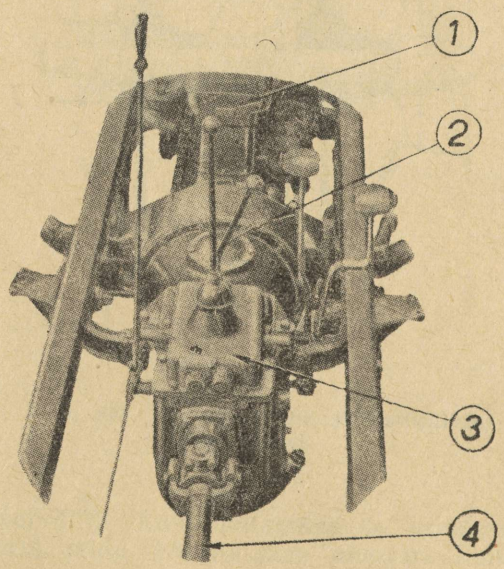
Auto jõuülekandeseadeldise hulka kuuluvad: sidur, käigukast, kardaanvõll, peaajam, diferentsiaal ja poolteljed. Kuigi neid seadmeid leidub mitmesuguses konstruktiivses erinevuses, jääb nende töötamise põhimõte ja otstarve ikkagi samaks.

Tutvume nende seadmete töötamise ja käsitsemisega üksikasjalisemalt.

SIDURID

Töötamise põhimõte

Sisepõlemismootoril on see puudus, et teda ei saa autol käivitada koormatult, vaid seda tuleb teha tühikäigul. On mootor käivitunud, tõstetakse selle pöörded juurdeantava kütuse hulga suurendamisega ning siis alles ühendatakse mootor sujuvalt jõuülekandeseadeldise kaudu veoratastega, et autot ilma järsu tõuketa kohalt võtta. Seadist, mille abil see auto juures toimub, nimetatakse *siduriks*.

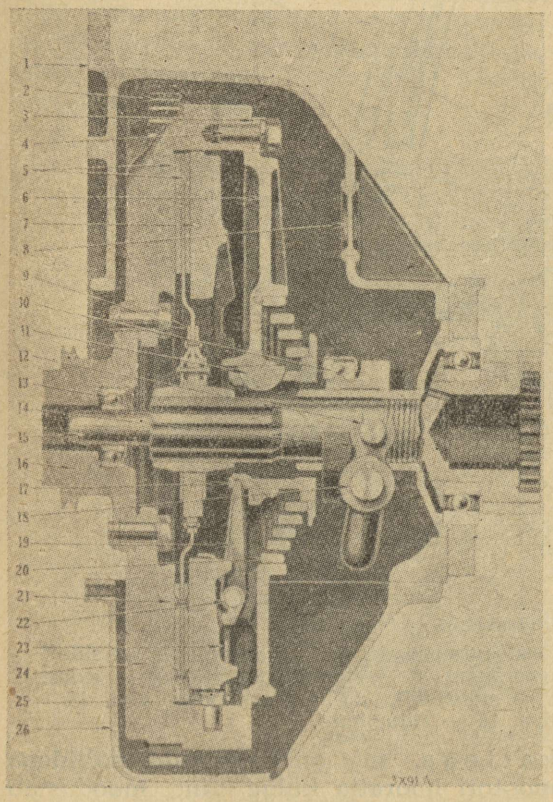


Joon. 414. Siduri asetus.
1 — mootor, 2 — sidur, 3 — käigukast, 4 — kardaanvõll.

Ühtlasi võimaldab sidur, kus olukord seda nõuab, lahutada mootorit jõuülekandeseadeldisest, kui auto pidurdatakse või peatatakse, kuid mootorit ei seisata. Seega võib lahutatud siduri korral seisval autol mootor edasi töötada. Samuti on sidur vajalik käigukasti käikude vahetamise korral, kui autot üle viia ühelt kiiruselt teisele, sest käikude vahetus peab toimuma ajal, kus käigukastis jõuülekandmist ei toimu. Siduri sujuv ühendamine mootoriga väldib käigukasti ja diferentsiaali hammasrataste hammaste vahel samuti kardaanliigendites järske jõuülekandelööke.

Sidur, nagu ta nimigi ütleb, seob auto mootori jõuülekandeseadeldisega. Nagu joonisel 415 toodud siduri skeemist selgub, ehitatakse sidur mootori hoorattaga kokku. Ta koosneb *siduri kettast*, mis on kinnitatud *sidurimuhvi* külge, mis asetseb *sidurivõllil*. Siduriketas pöörleb koos sidurivõlliga, sest sidurimuhv asetseb sidurivõlli nuutidel ja võib nuutidel võlli pikisuunas edasi-tagasi liikuda. Sidurivõll toetub ühe otsaga hoorattas olevale laagrile. Sidurivedrud suruvad siduriketta vastu hooratast. Siduriketta ja hooratta vahel tekkiva hõõrdumise tõttu veab hooratas siduriketta kaasa, ning sellega ka sidurivõlli, kust mootori veojõud antakse üle käigukasti ja sealt edasi veoratastele. Siduriketta lahutamiseks hoorattast on sidur varustatud *pedaaliga*, mis ulatub auto juhiruumi. Jala vajutamisel siduri pedaalile surutakse sidurivedrud

kokku ning eemaldatakse siduriketas kokkupuutest hoorattaga. Seega võib mootori hooratas küll edasi pöörelda, kuid ei saa siduriketast kaasa vedada. Et saavutada paremat hõõrdumist hooratta ja siduriketta vahel, kaetakse siduriketas kuumusele vastupidava ja hea hõõrdumisomadustega vaskasbestkattega.



Joon. 414-a. Sidur.

1 — hooratta kest (siduri koda), 2 — hooratta hammaspöid, 3 — sidurikesta hoideklamber, 4 — sidurikesta kinnituspolt, 5 — siduriketta vaskasbest-katterõngas, 6 — sidurikate, 7 — surverõngas, 8 — ava sidurikestas, 9 — siduriketas, 10 — siduri survelaager, 11 — sidurimuhvi kiil, 12 — sidurihargi tugi, 13 — sidurivõlli laager, 14 — sidurihark, 15 — sidurivõll, 16 — väntvõlli kinnitusäärik, 17 — sidurimuhv, 18 — sidurihargi võll, 19 — sidurihoob, 20 — sidurivedru, 21 — siduriketta neet, 22 — sidurihoova tugi, 23 — surverõnga tagasitõmbevedru, 24 — hooratas, 25 — surverõnga juhtpolt, 26 — hooratta kate.

Siduripedaali aeglasel ja sujuval tagasilaskmisel suruvad sidurivedrud siduriketast algul kergelt vastu hooratast, kusjuures tekib hooratta ja siduriketta vahel libisemine ning hooratas veab siduriketast kaasa, kuid aeglasemalt, kui ta ise pöörleb; siduripedaali sujuval edasivabastamisel tekib hooratta ja siduriketta vahel suurem hõõrumine, mille tõttu libisemine väheneb, kuni siduripedaali täielikul vabastamisel siduriketas hakkab pöörlema koos hoorattaga.

Suurem osa sidureid ei oma mitte ühte sidurivedru ümber sidurivõlli, vaid mitu, tavaliselt 6 kuni 12 vedru, mis asetsevad ringjoonel (joon. 416). Siin on sidurivedrud kinnitatud sidurikattes ning avaldavad survet nn. siduri s u r v e r õ n g a l e. Siduriketas jääb oma hõõrduvate pindadega hooratta ja surverõnga vahele, mis veavad teda kaasa. Sel juhul on hõõrduvate pindadena ära kasutatud siduriketta mõlemad küljed. Siduri surverõngas, mis toetub hooratta pöial olevatesse soontesse, pöörleb küll koos hoorattaga, kuid on nihutatav piki sidurivõlli. Siduri lahutamiseks siduripedaali allasurumisel, nihutatakse surverõngas sidurivedrusid kokku surudes sidurikettast eemale, mille tõttu siduriketas vabaneb. Pedaali vabastamisel suruvad sidurivedrud surverõnga kaudu siduriketta jällegi vastu hooratast — hooratas veab siduriketta jällegi kaasa.

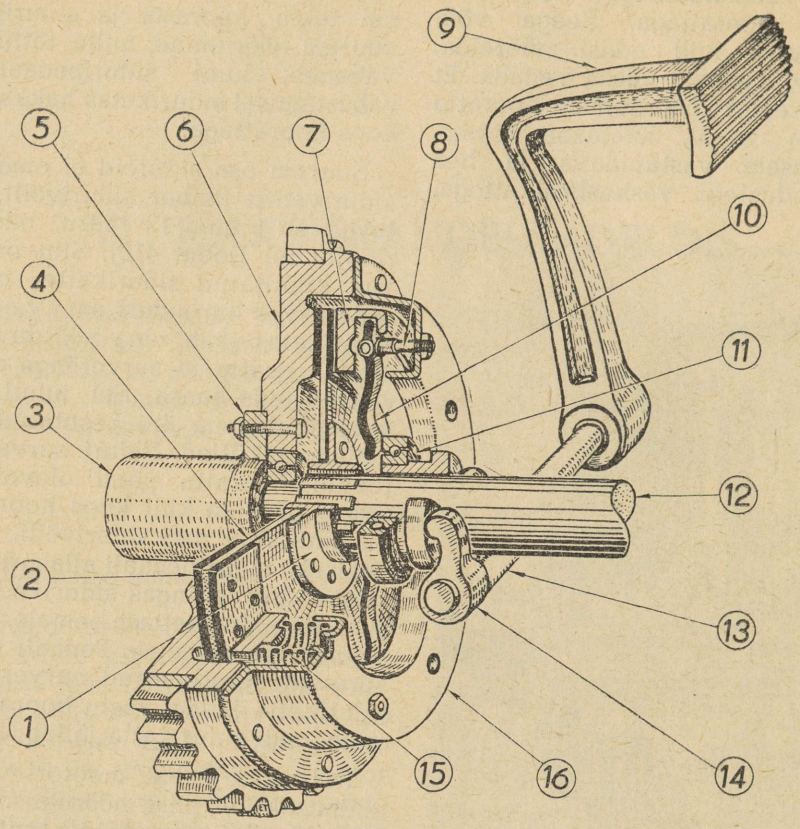
Tugevamajõulise mootori veojõu edasiandmiseks ei piisa hõõrumisest, mis tekib ühe sidurikettaga, vaid kasutatakse mitut ketast (joon. 418). Kuid ka siin jääb nende töötamise põhimõte samaks.

Siintoodud sidurid on nn. k u i v s i d u r i d. Varem kasutati õlis töötavaid, hulgast terasplekist siduriketastega (lamellidega) sidureid, kuid need on nüüd kõrvale jäetud, kuna üheks puuduseks oli siduri puudulik lahutamine, kui õli oli külmana paks. Samuti ei kasutata nüüd enam sidureid, mis koosnesid hulgast vaskasbestiga kaetud sidurilamellidest (joon. 418-*a*), sest osutus küllaldaseks ühe või kahe ketta olemasolu. Pealegi oli sellise sidurilamellide komplekti inertsjõud suur, mille tõttu see pöörles tüki aega edasi peale lahutamist, takistades hääletut käiguvahetust.

Praegusaja kasutatavaid sidureid võime jagada:

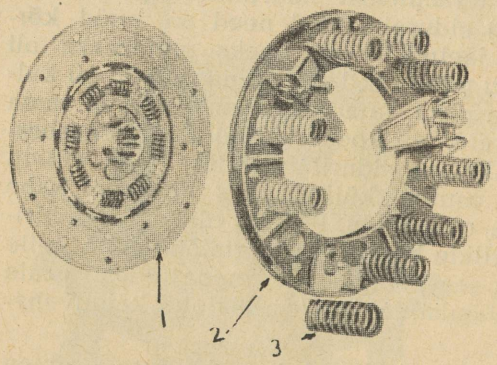
a) ühekettalisteks siduriteks,
b) kahekettalisteks siduriteks,
c) erikonstruktsiooniga siduriteks.

Loomulikult ei ole sidurid ehituselt nii lihtsad nagu (joon. 415) toodud skeemil, vaid omavad hulga tehnilisi üksikasju, milledega alljärgnevalt tutvume.



Joon. 415. Siduri skeem.

1 — siduriketta muhv, 2 — siduriketta vaskasbest-katterõngas, 3 — väntvõll, 4 — siduriketas, 5 — väntvõlli äärik, 6 — hooratas, 7 — surverõngas, 8 — sidurihoova tugi, 9 — siduripedaal, 10 — sidurihoob, 11 — survelaager, 12 — sidurivõll, 13 — harkhoova võll, 14 — harkhoob, 15 — sidurivedru, 16 — sidurikate.



Joon. 416. Sidurivedrud.

1 — siduriketas, 2 — surverõngas, 3 — sidurivedru.

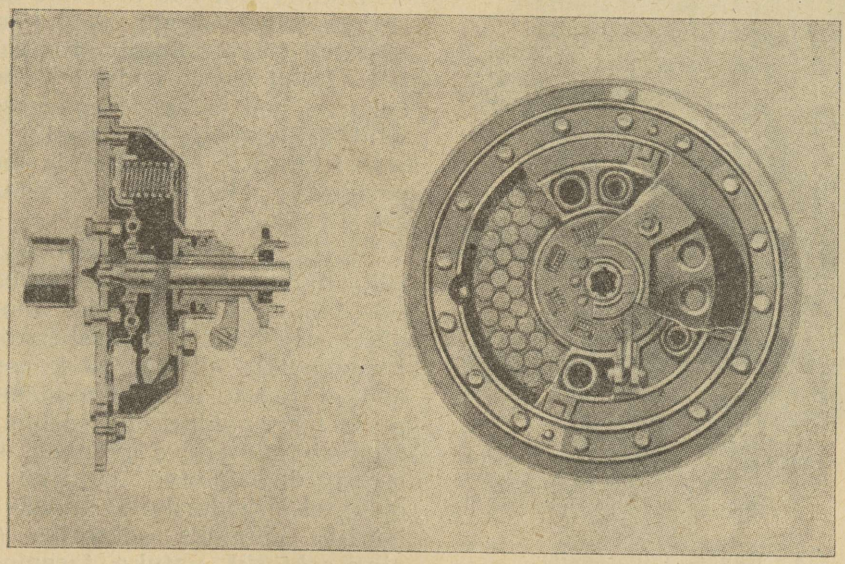
Ühekettaline sidur

Joonisel 419 on toodud ühekettaline sidur. See on ehitatud mootori hooratta sisse ning kaetud teraplekist kattega, mis on kinnitatud poltidega mootori hooratta külge, ning moodustab ühtlasi ka siduri tugiketta. Sidurivõll toetub ühe otsaga hooratta keskel olevale kuullaagrile ning teise otsaga käigukasti otsseinas olevale kuullaagrile. Sidurivõlli nuutidel asetseb siduriketta muhv, mille külge on needitud siduriketas. Hõõrdumise suurendamiseks on siduriketta mõlemale küljele needitud vaskasbestrõngad. Neetmine toimub selliselt, et needipead ei ulatu vaskasbestrõnga pinnast välja, vaid jäetakse koguni vähe sügavamale et vaskasbestrõnga kulumisel need ei puutuks kokku hooratta ja surverõnga hõõrduvate pindadega ega kriimustaks neid. Kasutatakse peamiselt alumiiniumist neetisid. Surverõngas toetub hooratta pöia siseserval olevatele nuutidele, mida on tavaliselt kuus, ning pöörleb koos hoorattaga; nuudid aga, mis surverõngast hoorattaga kaasa veavad, võimaldavad seda siiski telje suunas vajalikul määral

liikuda. Sidurikatte ja surverõnga vahele on pandud ringjooneliselt 12 sidurivedru, mis suruvad surverõnga tugevasti vastu hooratast. Seega on sidurikettal kaks hõõrdepinda: vastu hooratast ja vastu surverõngast. Et juhuslikul siduriketta pikemaajalisel libisemisel tekkiv kuumus ei saaks surverõngalt kanduda sidurivedrudele ning neid ülekuumendada, mille tõttu nad kaotaksid oma vetruvuse, on sidurivedru ja surverõnga vahele asetatud isoleerainega, tavaliselt fiibriga, kaetud seibikesed.

siduri survelaager puudutaks siduri hoobade otsi, mis oleks võrdne osalisele lahutamisega.

Vajutades juhiruumis asetsevale siduripedaalile surutakse siduripedaaliga hoovastiku kaudu ühenduses oleva siduri harkhoovaga sidurimuhvi abil siduri survelaager vastu sidurihoobade sisemist otsa, nihutades neid hooratta poole. Kuna sidurihoovad toetuvad vastu sidurikatte serva, nihkuvad nende välised otsad hoorattast eemale, ning tõmbavad tõmbepoltide kaudu, sidurived-



Joon. 417. Sidur korkkatte sidurikettaga.

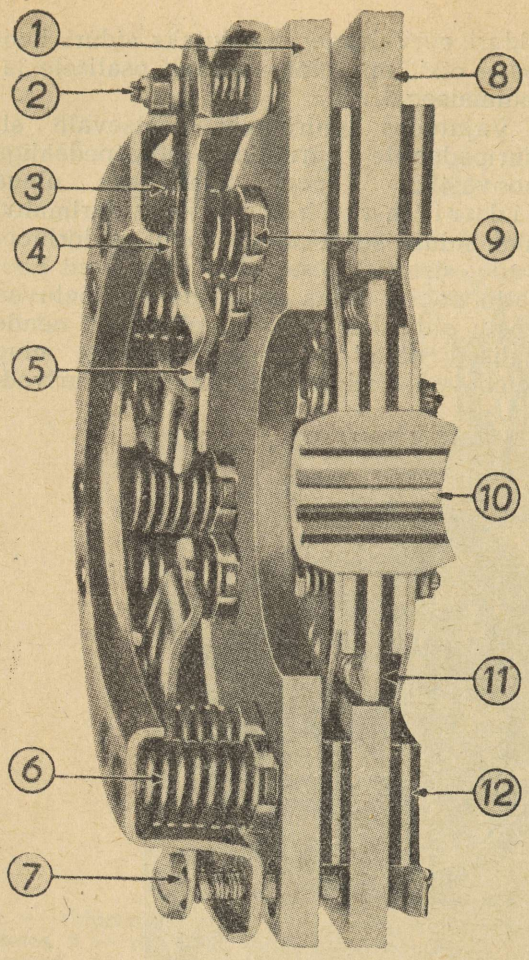
Siduriketta lahutamiseks on siduril 6 sidurihooba, mis toetuvad sidurikattes olevate aukude servadele. Sidurihoobi hoiavad kohal ning väldivad nende logisemist kaks vedru, milledest üks asetseb sidurihoova ja sidurikatte vahel ning teine surverõnga tõmbepoldil.

Käigukasti otsakaane külge kinnitatud sidurimuhvitoel asetseb sidurimuhv ning sellel omakorda siduri survelaager. Siduri survelaagritena kasutatakse tavaliselt kuullaagreid, kuid väga levinud on ka grafiitseibide kasutamine. Ühendatud siduri korral hoiab sidurimuhvi vedru siduri survelaagrit tagasi ning survelaagri ja sidurihoobade võllipoolsete otste vahele jääb väike vahe, 1,5—4,0 mm. See on tehtud selleks, et vältida siduri survelaagri töötamist sisselülitatud siduri korral, ning võimalikku siduriketta libisemise tekkimist, kui rude survet ületades, surverõnga sidurikettast eemale. Seega on sidur lahutatud ja jõu ülekandmine mootorilt jõuülekandeseadeldisele katkeb.

Siduri ühendamiseks tuleb juhiruumis olev siduripedaal sujuvalt vabastada, mis võimaldab sidurivedrudele siduriketta jällegi surverõnga ja hooratta vahele suruda, ning sidurimuhvi vedru tõmbab siduri survelaagri sidurihoobadest eemale.

Surverõnga tõmbepoltide otstes olev mutter võimaldab sidurihoobade asendit reguleerida ühtlasele töötamisele ning siduriketta vaskasbestrõngaste kulumise puhul surverõngast hoorattale ligemale lasta.

Kogu sidurikomplekti katab malmist valatud kest, mis on poltidega kinnitatud mootori hooratta kesta külge. Selle ülemisse ossa on jäetud luuk, mille kaane



Joon. 418. Kahekettaline sidur.

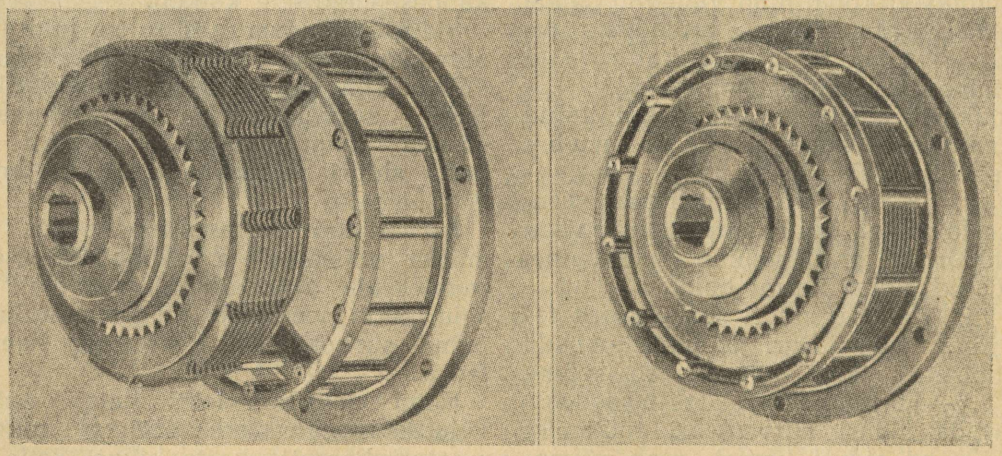
1 — surverõngas, 2 — sidurihoova reguleerimiskruvi, 3 — sidurihoova vedru, 4 — kulumise vahe, 5 — sidurihoob, 6 — sidurivedru, 7 — surverõnga käigu piirdekruvi, 8 — surverõngas, 9 — sidurivedru soojuse isolaator, 10 — siduriketta muhv, 11 — siduriketta amortisaator, 12 — siduriketas.

äravõtmisel pääseb sidurile ligi selle reguleerimiseks. Sidurikesta alumist osa läbib põigiti siduri harkhoova võll, mille peale on kinni kiilutud siduri harkhoob. Siduri harkhoova võlli ots, mis ulatub sidurikestast väljapoole (joon. 420), on ühenduses siduripedaaliga. On sidureid, kus siduripedaal asetseb otseselt siduri harkhoova võlli otsal.

Et leevendada siduri järsul ühendamisel tekkivaid lööke ning luua sujuvamat siduri ühendamist, ehitatakse sidurikettad selliselt, et jõu ülekandmine sidurikettalt siduriketta muhvile ei toimu mitte kindla neetühenduse kaudu, vaid nende vahele asetatud kuue spiraalvedru kaudu (joon. 421). Need spiraalvedrud on valitud selliselt, et nad ei astu tegevusse korraga, vaid ükshaaval, mis veelgi suurendab siduri sujuvat töötamist ja löökide nõrgestamist. Need on nn. siduriketta amortisaatorid.

Samaks otstarbeks asetatakse mõnele siduritüübile siduriketta vaskasbestkatte alla laineline teraplekist rõngas (joon. 422), mis hoiab vaskasbestrõnga mõne kümnendiku millimeetrit kohevile. Kuna siin ei toimu siduri ühendamisel haaramine terve siduri hõõrdepinnaga, vaid pidevalt suureneva pinnaga, siis toimub siduri ühendamine sujuvalt. Mõnedel siduritel on siduriketas selleks otstarbeks lõigatud mitmeks sektoriks (joon. 423) ning sektorid natuke tasapinnast välja painutatud.

Joonisel 424 toodud sidur erineb eelmisest selle poolest, et siin on sidurihoovad erisuguse konstruktsiooniga ning omavad otstes raskust (joon. 425), mis

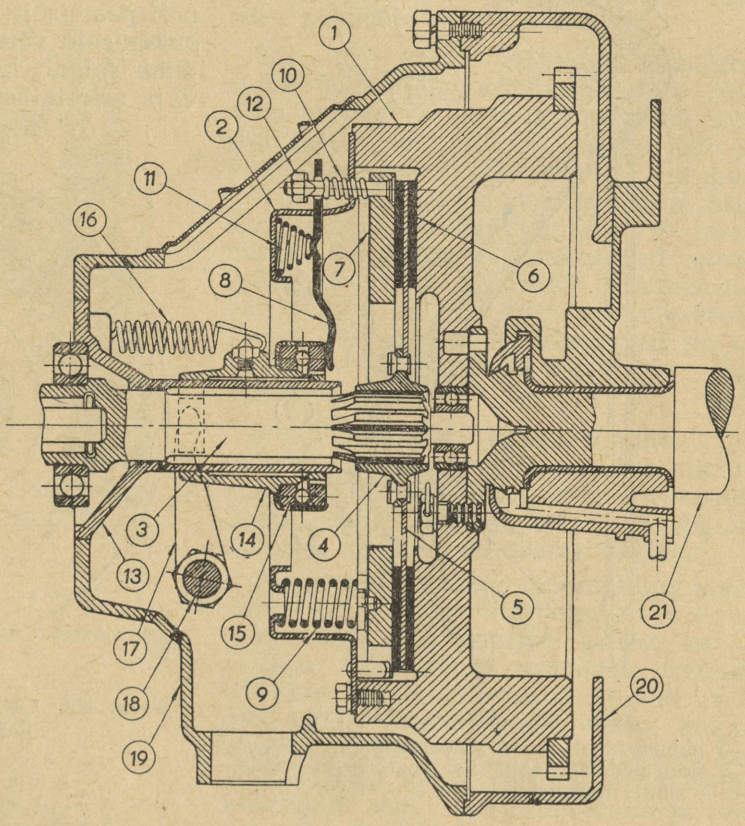


Joon. 418-a. Mitmekettaline sidur.

mootori töötamisel kiiretel pööretel tekkiva tsentrifugaaljõu mõjul avaldavad survet siduri surverõngale. Seega aitavad need raskused sidurivedrudele kaasa sidurikettа hõõrduvaid pindu kiirematel mootori pööretel tugevamini kokku suruda.

on kokku surutud surverõnga ja hooratta vahele, nagu eelmistelgi siduritel.

Et siduri lahutamisel surverõngas täielikult vabaneks sidurikettast, omab osa sidureid surverõnga tagasitõmbevedrusid. Kui siduri lahutamisel siduriketas täielikult hoorattast ja surve-



Joon. 419. Veoauto Gaz-AA ühekettaline sidur.

1 — hooratas, 2 — sidurikate, 3 — sidurivõll, 4 — siduriketta muhv, 5 — siduriketas, 6 — siduriketta katterõngas, 7 — surverõngas, 8 — sidurihoob, 9 — sidurivedru, 10 — surverõnga tõmbepolt, 11 — sidurihoova vedru, 12 — sidurihoova reguleerimiskruvi, 13 — sidurimuhvi tugi, 14 — sidurimuhv, 15 — sidurimuhv, 16 — sidurimuhvi vedru, 17 — siduri harkhoob, 18 — siduriharkhoova võll, 19 — sidurikest, 20 — hooratta kest, 21 — väntvõll.

See võimaldab sidurivedrud ehitada nõrgematena, mistõttu sidurdamine mootori aeglastel pööretei on kergem, kuid mootori kiiretel pööretel tekkiv tsentrifugaaljõud annab siiski, olles lisaks vedrude survele, kindla siduri ühenduse. Tekkiv tsentrifugaaljõud on mootori 3500 pöörde juures minutis umbes sama suur, kui sidurivedrude survejõud. Selline ehitusviis tõstab siduri töötamise sujuvust mootori aeglastel pööretel.

Joonisel 414-a on toodud ühekettaline sidur, kus hulga väikeste spiraalvedrude asemel kasutatakse üht tugevamat suuremõõtelist spiraalset sidurivedru, mis asetseb ümber sidurivõlli ning avaldab survet sidurivõllil asetseva sidurimuhvi abil, millele sidurivedru ots toetabki siduri hoobade kaudu surverõngale. Siduriketas rõngalt ei vabane, siis veab hooratas siduriketta kaasa, vaatamata sellele et sidur lahutati. Seetõttu on käikude vahetamine käigukastis takistatud, mis väljendub käigukasti hammasrataste raginas, sest kui siduriketas veetakse kaasa, toimub ka käigukasti hammasrataste kaasapöörlemine ja jõu ülekanne.

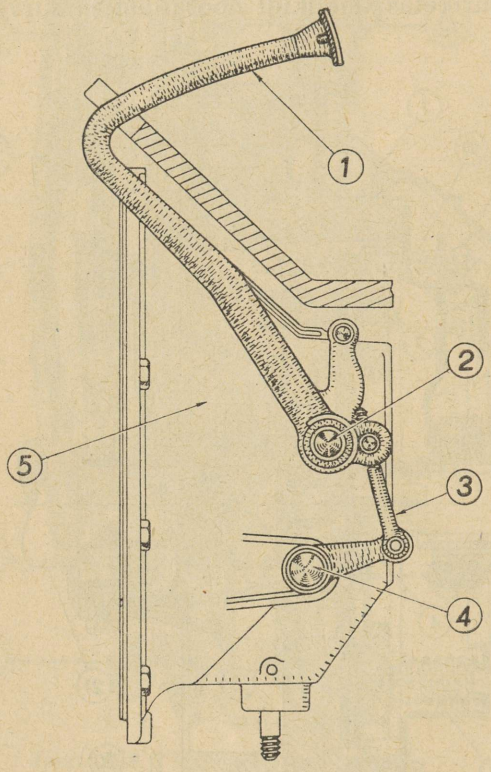
Joonisel 426 on toodud sidur, kus sidurivedrud ja sidurihoovad on asendatud diafragmalise vedruga. See lihtsustab siduri konstruktsiooni ning annab sujuvamalt töötava siduri.

Kahekettaline sidur

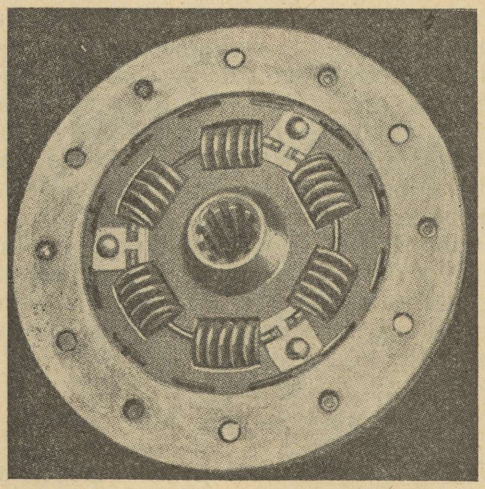
Ühekettalise siduri poolt ülekantav võimsus on piiratud, seda määrab siduri hõõrdepinna suurus ja siduriketta läbi-

mõõt ning sidurivedrude surve. Siduri hõõrdepinda ja siduriketta läbimõõtu saaks suurendada, kuid siin paneb piiri hooratta läbimõõt, millesse siduriketas peab mahtuma. Sidurivedrude survet saaks suurendada, võttes kasutamisele rohkem või tugevamaid vedrusid, kuid see raskendaks siduri käsitamist lahutamisel. Seepärast on võimsate mootorite sidurite hõõrdepinda suurendatud sel teel, et on võetud kasutamisele ühe siduriketta asemel kaks ketast, kusjuures vedrude tugevus on jäetud samaks.

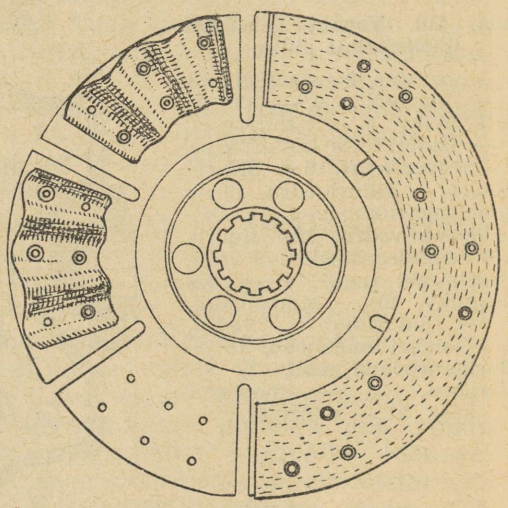
Nagu jooniselt 427 selgub, on kaheketaline sidur sarnane ühekettalisega, erineb peamiselt vaid kahe surverõnga kasutamisele võtmisega. Selle siduri töötamine selgub küllaltki jooniselt ning ei vaja eriseletust.



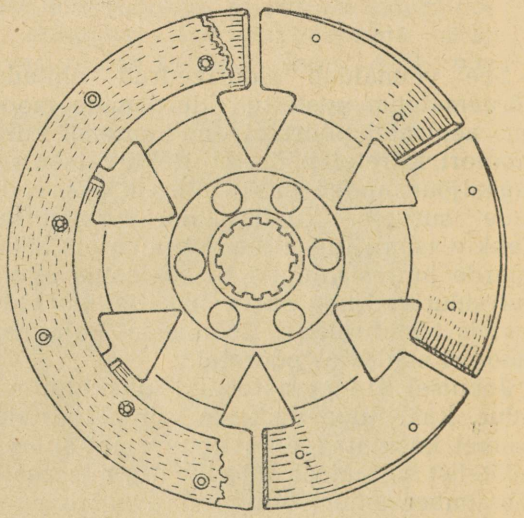
Joon. 420. Siduripedaal.
1 — siduripedaal, 2 — siduripedaali tugivõll, 3 — siduripedaali vabakäigu reguleerimisseade, 4 — siduri harkhoova võll, 5 — sidurikest.



Joon. 421. Siduriketas amortisaatorvedrudega.



Joon. 422. Laineline rõngas siduriketta katterõnga all.



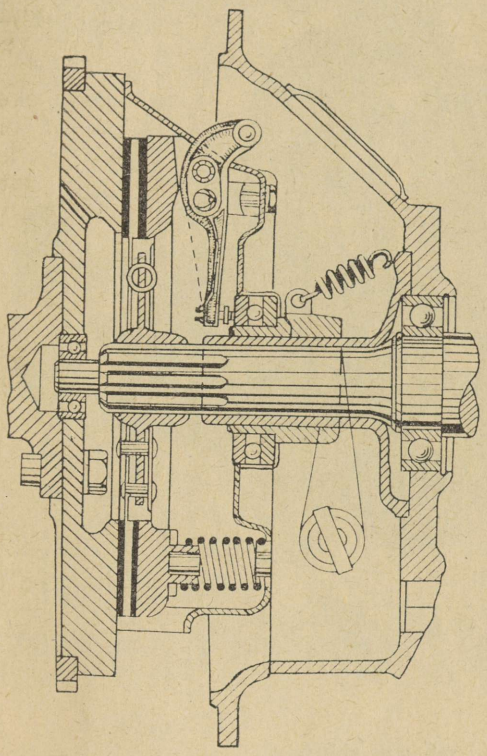
Joon. 423. Mitmest sektorist koosnev siduriketas.

Erikonstruktsiooniga sidurid

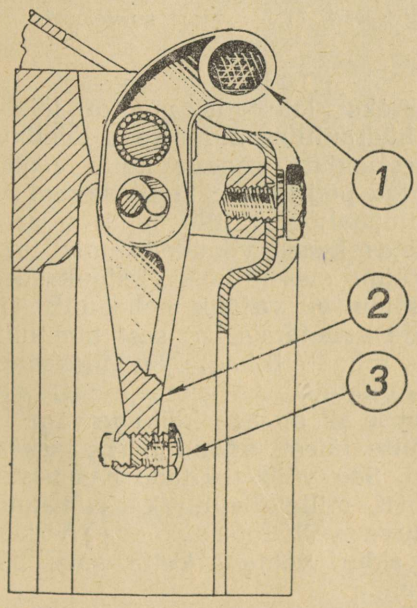
Otsides teid, kuidas sidurite käsitamist lihtsustada või neid täielikult automaatselt töötavatena ehitada, on leiutatud terve rida erikonstruktsioone, mis töötavad mitmetel põhimõtetel.

Levinumad neist on:

a) tsentrifugaaljõul töötavad sidurid,
b) hüdrauliliselt töötavad sidurid.



Joon. 424. Sidur tsentrifugaaljõu abiseadmega.



Joon. 425. Raskusvihiga sidurihoob.
1 — sidurihoova otsaraskus, 2 — sidurihoob, 3 — reguleerimiskruvi.

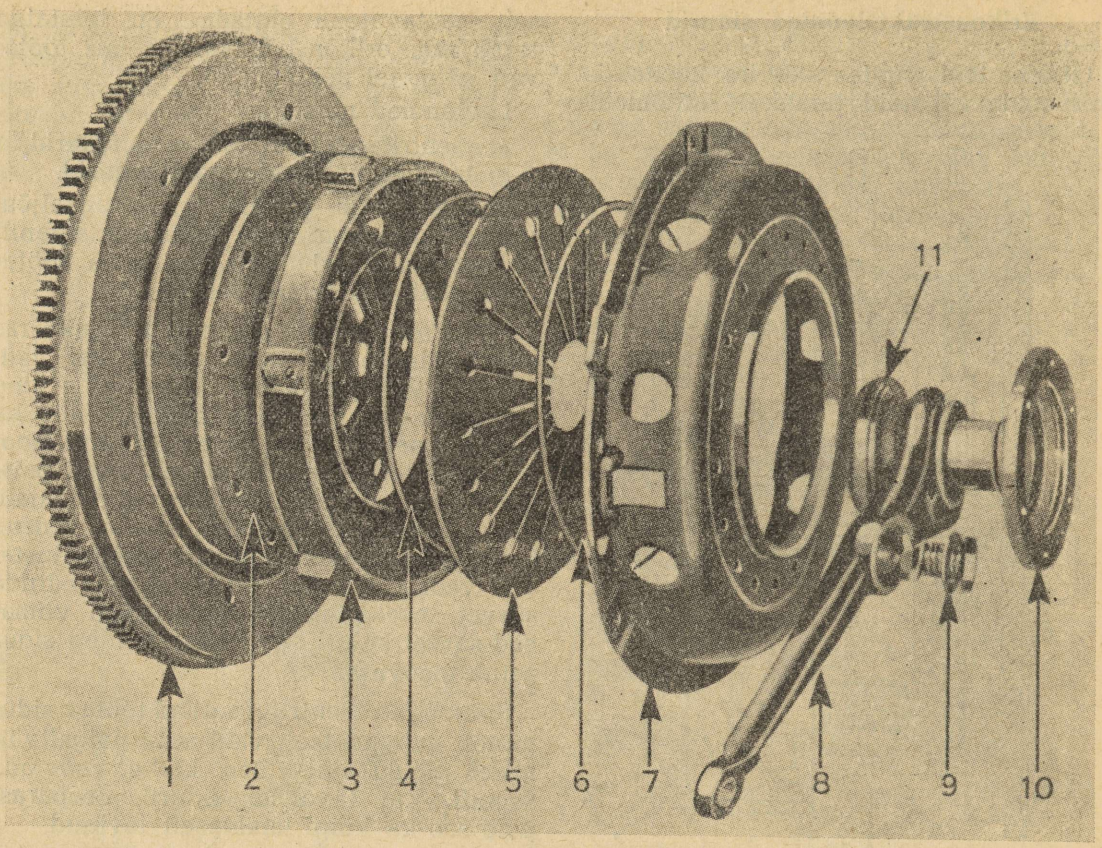
Joonisel 428 toodud tsentrifugaaljõul töötav sidur sarnaneb konstruktsioonilt kahekettalise siduriga, kuid tema töötamise põhimõte erineb sellest.

Siin on siduri lahutatud olukorras sidurivedrude ja tasakaalustavate vedrude surved vastastikku tasakaalus ning siduriketas vaba. Sama olukord jääb ka mootori aeglastel pööretel. Kui aga mootori pöördeid gaasiandmisega tõsta, paiskab tsentrifugaaljõud sidurivihid laiali, millega surutakse tasakaalustavad vedrud kokku. Kuna kokkusurutud tasakaalustavad vedrud ei saa enam sidurivedrude survet tasakaalustada, avaldavad viimased survet siduri surverõngale ning sidur astub tegevusse.

Siintoodud tsentrifugaaljõul töötav sidur töötab automaatselt vaid auto paigaltvõtmisel. Sõidu ajal tuleb käike vahetada samuti, kui tavalisel siduril, seepärast pole see ka kuigi laialdaselt levinud.

Joonisel 429 toodud hüdrauliline sidur töötab põhimõttel, mis sarnaneb turbiini töötamisega. Ta koosneb kahest kausitaolisest radiaalsete ribidega kettast, milledest üks on kinnitatud mootori väntvõlli külge — vedav ketas, teine käigukasti suunduva võlli külge — veetav ketas. Viimast katab vedava ketta külge kinnitatud kaas. Tühi ruum kaane ja veetava ketta vahel moodustab siduris kasutatava õli (tavaliselt vedel mootoriõli) tagavaraanuma. Vedav ja veetav ketas teineteist ei puuduta, kuigi asetsevad lähestikku.

Kui mootorit käivitatakse ja siduri vedav ketas, mis on mootori väntvõlli otsas, hakkab pöörlema, paiskub selles olev õli tsentrifugaaljõu mõjul vastu välisserva ning sealt siduri veetavale poolele. Sattudes veetaval kettal vastu radiaalset ribi avaldab tsentrifugaaljõu mõjul voolav õli survet veetava ketta radiaalsetele ribidele, pannes ketta pöörlema. Seega hakkab veetav ketas pöörlema koos vedava kettaga. Veetavast kettast valgub õli jällegi vedavasse kettasse tagasi, olles selliselt kogu aja ringkäigus. Selliselt kandubki mootori veojõud üle jõuülekande-



Joon. 426. Diafragmalise vedruga sidur.
1 — hooratas, 2 — siduriketta vaskasbest-katterõngas, 3 — surverõngas, 4 — sisemine tugivõru, 5 — diafragmaline vedru, 6 — väline tugivõru, 7 — sidurikate, 8 — sidurihark, 9 — sidurihargi tugikruvi, 10 — siduri survelaagri kest, 11 — siduri survelaager.

seadeldisele. Sealjuures valgub kogu õli siduri tsentrifugaaljõu mõjul tagavaraanumast vedavasse-veetavasse kettasse, et seal ringivoolamisest osa võtta. Mootori pöörete vähenemisel, näiteks auto peatamisel või pidurdamisel, valgub õli jälle tagavaraanumasse tagasi.

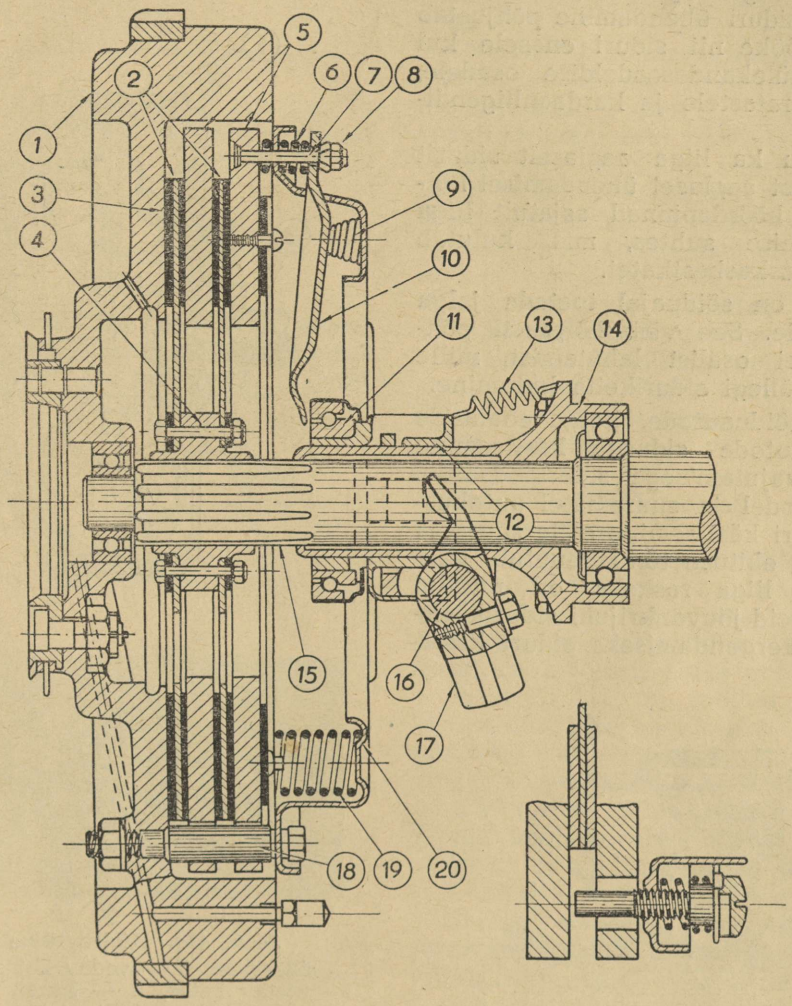
Auto paigaltvõtmisel tekib algul veetava ketta mahajäämine vedavast kettast, mis vastab mehaanilise siduri libisemisele. See libisemine väheneb ning kaob peaaegu täielikult (jääb 2—3%), kui auto on saavutanud mootori pööretele ja sisselülitud käigule vastava kiiruse.

Sidur töötab täiesti automaatselt ning teda kasutatakse tavaliselt koostöös käigukastiga, mille käikude vahetamine võib toimuda ilma, et oleks vaja sidurdada. Kasutades teda aga koostöös tavalise käigukastiga on vajalik mehaaniline lisasidur, mida lahutatakse käiguvalikul. See sidur on vajalik selleks, et käiguvahetuseks lahutada mootor täielikult, kuna hüdrauliline sidur seda täielikult ei tee, sest siduri vedava ketta aeglaselgi tühikäigu pöörlemisel tekib ikkagi väike tsentrifugaaljõud, mille mõjul siduri veetav ketas kaasa veetakse, mis takistab aga käigu sisselülimist käigukastis. Ka auto sõidul on vajalik mehaanilist sidurit käikude vahetamiseks, sest hüdraulilises siduris toimub ikkagi jõu ülekanne, samuti ka käigukasti hammasrataste kaudu, koormuse all on aga käikude vahetamine kui mitte täiesti võimatu, siis raskustega seotud. See võib tekitada hammaste purunemist, millele aitab kaasa käigukasti suunduva võlli otsas oleva võrdlemisi raske siduri veetava ketta suur pöörlemise hoog.

Teise siduri vajadus ongi põhjuseks, miks hüdraulilist sidurit kuigi palju ei kasutata, kuigi see sisselülitud käigu piirides töötab täiesti automaatselt, sõl-

tuvalt vaid gaasiandmisest mootorile, ning annab sujuva paigaltvõtmise, löökideta jõuülekande, riketevaba töötamise, puudub mehaaniliste osade kulumine, saab vältida mootori „väljasuremist" ja ülekoormamist.

kordades, kus see on möödapääsematu, näiteks auto kohaltvõtmisel ja käikude vahetamisel. Paljukasutatav võte, peamiselt algajate autojuhtide poolt, kuid ka nii mõnegi vana juhi poolt, kus antakse autole hoog sisse, siis lahutatakse sidur,



Joon. 427. Veoauto Zis-5 kahekettaline sidur.

1 — hooratas, 2 — siduriketas, 3 — siduriketta kattekiht, 4 — siduriketta muhv, 5 — surverõngas, 6 — sidurihoova vedru, 7 — surverõnga tõmbepolt, 8 — siduri reguleerimise kruvi, 9 — sidurihoova vedru, 10 — sidurihoob, 11 — siduri survelaager, 12 — sidurimuhv, 13 — survelaagri tagasitõmbevedru, 14 — sidurimuhvi tugi, 15 — sidurivõll, 16 — siduri harkhoova võll, 17 — siduri harkhoob, 18 — surverõnga pihtpolt, 19 — sidurivedru, 20 — sidurikate. All paremal — keskmise surverõnga käigu piirdekruvi.

Sidurite käsitsemine

Siduri käsitsemine auto kohaltvõtmisel ja sõiduajal nõuab teatud vilumust. Siinjuures tuleb pidada meeles, et iga üleliigne sidurdamine on asjatu siduri kulutamine. Sidurit tuleb kasutada ainult olu-

et auto saaks vabal käigul hooga edasi sõita, tuleb jätta täiesti kõrvale, sest lahutatud siduriga pikemaaegne sõitmine kulutab asjatult siduri survelaagrit, eriti kui see on grafiidist, ning igakordne siduri ühendamine kulutab asjatult siduri vaskasbestketast.

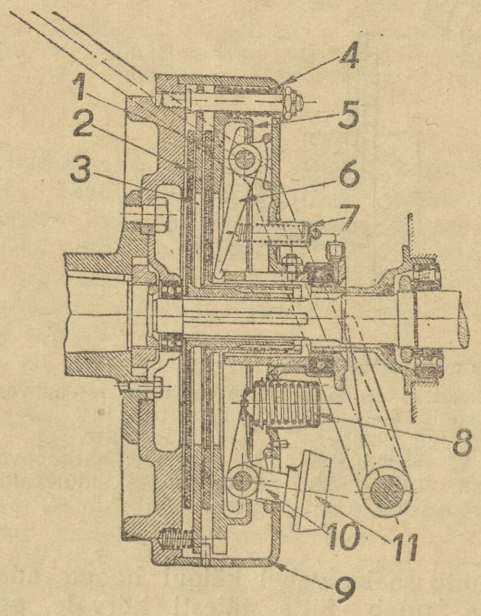
Eriti nõuab vilumust siduri käsitsemine auto kohaltvõtmisel. Siin tuleb sidur ühendada, s. o. siduripedaal tagasi lasta eriti sujuvalt, kusjuures mootorile tuleb anda gaasi vaid sel määral, kui see auto paigaltvõtmiseks vajalik; paigaltvõtmisel tuleb vältida liigset mootori pöörete tõstmist. Järsk siduri ühendamine põhjustab kahjulikke löökе nii siduri enesele kui ka muu jõuülekandeseadeldise osadele, eriti hammasratastele ja kardaanliigenditele.

Ei tohi aga ka liiga aeglaselt sidurit ühendada, sest aeglasel ühendamisel libisevad siduri hõõrdepinnad asjatult liiga kaua teineteise suhtes, mis kulutab siduriketta vaskasbestkatet.

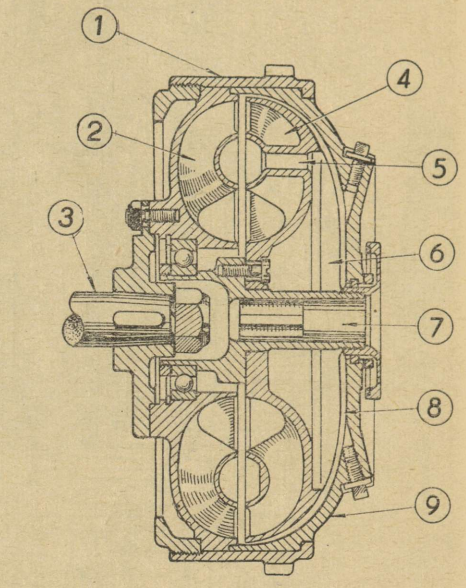
Lubamatu on sõiduajal toetada jalga siduripedaalile. See võib hõlpsasti põhjustada siduri osalist lahutamist, mille tõttu tekib jällegi siduriketta kulumine.

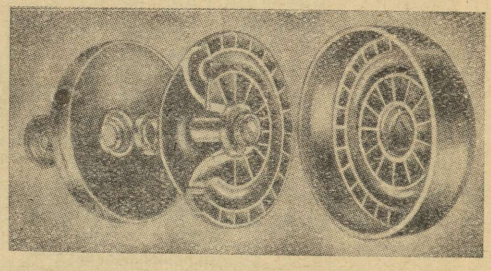
Enamiku sõiduautode, kergeveoautode ja keskveoautode sidurite käsitsemine toimub jalavajutamisega siduripedaalile. Raskeveoautodel ja suurematel autobustel, kus siduri käsitsemine selle suurema ja tugevama ehituse tõttu muutub jalavajutamisele liiga raskeks, on püütud leida vahendeid jõuvankrijuhi sidurikäsitsemise töö kergendamiseks siduri käsitsemise mehhaniseerimisega, nn. servomehhanismi kasutamisele võtmisega.

Need servomehhanismid töötavad kas mootori imemise mõjul — pneumaatilised servosidurid, õli surve mõjul — hüdraulilised servosidurid või automootori abil — mehaanilised servosidurid.



Joon. 428. Tsentrifugaaljõul töötav sidur.
1, 2 — vaskasbestkate, 3 — siduriketas, 4 — sidurivedru, 5 — surverõngas, 6 — sidurihoob, 7 — sidurihoova vedru, 8 — tasakaalustusvedru, 9 — sidurikest, 10 — sidurivihi hoob, 11 — sidurivihт.

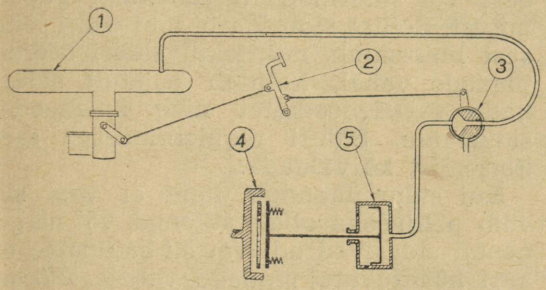




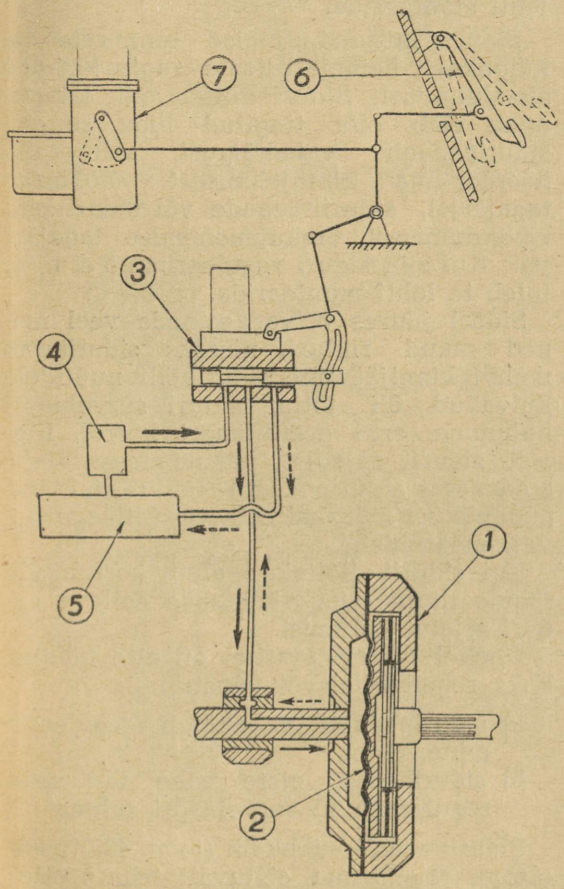
Joon. 429. Hüdrauliline sidur.
1 — sidurikest, 2 — vedav ketas, 3 — veovõll, 4 — veetav ketas, 5 — kanal, 6 — õlianum, 7 — käigukasti veovõlli muhv, 8 — õlianuma kaas, 9 — veetava ketta kaas.

Joonisel 430 on toodud pneumaatilise servosiduri skeem. Siin toimub sidurdamine servomehhanismi poolt automaatselt, mootori gaasipedaalile vajutamisel. Kui mootor töötab tühikäigupööretel, siis on servomehhanismi silinder, siduri käsitsemise ventiili vastava asendi tõttu, mis on hoovastiku kaudu seotud gaasipedaaliga, ühenduses mootori sisselasketoruga. Mootori poolt tekitatav imemine tõmbab servomehhanismi kolvi tagasi, mis lahutab siduri.

Gaasipedaalile vajutamisel pöördub ventiil asendisse, mis ühendab servomehhanismi kolbi välisõhuga, sulgedes ühtlasi mootorisse mineva imemistoru. Mootori imemismõju lakkamisel servomehhanismi kolvile saavad sidurivedrud siduri ühendada.



Joon. 430. Pneumaatilise servosiduri skeem.
1 — mootori imemistoru, 2 — gaasipedaal, 3 — siduri käsitsemise ventiil, 4 — sidur, 5 — servomehhanismi silinder.



Joon. 431. Hüdraulilise servosiduri skeem.
1 — sidur, 2 — teraplekist membraan, 3 — ventiil, 4 — õlipump, 5 — õli tagavaraanum, 6 — gaasipedaal, 7 — karburaator.

Tavaliselt on seade veel varustatud ventiiliga; mille abil saab, vaatamata gaasipedaali asendile, ühendada servomehhanismi kolbi välisõhuga. See on tehtud selleks, et saaks näiteks sidurit sisse lülida järsul mäest allasõidul, kus kasutatakse mootorit auto pidurdamiseks.

Joonisel 431 on toodud hüdraulilise servosiduri skeem. Siin kasutatakse kas mootori enda õlipumpa või on selle jaoks eraldi õlipump ette nähtud. Servomehhanismi moodustab siin siduriga kokkuehitatud teraplekist membraan, mille kaudu õlipumba õlirõhk avaldab survet siduri surverõngale, ühendades siduri. Õlisurve lakkamisel sidur lahutub. Ventiil, mis sidurit tegevusse rakendab, on hoovastiku kaudu seoses gaasipedaaliga.

Gaasipedaali tühikäigupöörete asendil suleb ventiil õlipumbast õlile pääsu siduri membraani taha — sidur on lahutatud. Gaasipedaalile vajutamisel avaneb õlile pääs õlipumbast siduri membraani ruumi, ning õlirõhk surub membraani abil siduri ühendusse.

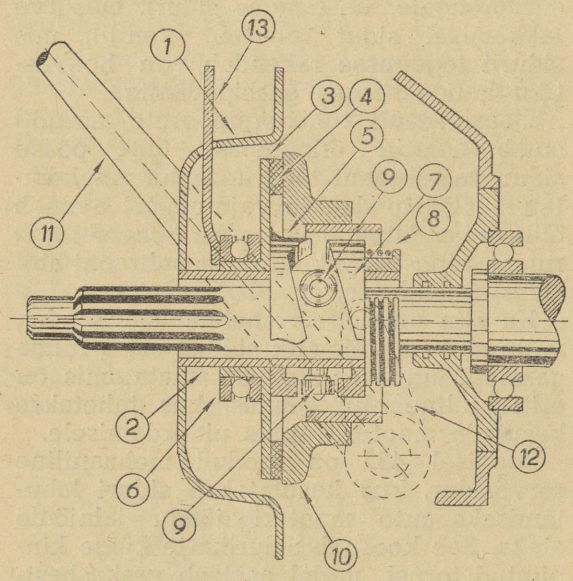
Ka siin omab servomehhanism seadet, mille abil on võimalik sidurit sisse lülida gaasipedaali asendile vaatamata, mis on eriti oluline olukordades, kus tahetakse kasutada mootorit abiks pidurdamisele.

Joonisel 432 on toodud mehaaniline servosidur, kus kasutatakse siduri lahutamiseks auto mootori jõudu jalajõule abiks. See koosneb sidurikatte külge kinnitatud torust, millel asetseb vaskasbestkihiga kaetud vabalt liikuv ketas. Viimase külge on keevitatud nukkseib. Vabalt liikuva ketta ääriku peal asetseb siduri survelaager. Teine nukkseib asetseb samuti vabalt sidurikatte külge kinnitatud torul, kuid on sellega seoses spiraalvedru kaudu, mille üks ots on kinnitatud toru, teine nukkseibi külge. Mõlema nukkseibi vahel asetsevad rullid. Mootori töötamisel kogu seade pöörleb, sest siis pöörleb sidurikate, mis, nagu teada, on kinnitatud mootori hooratta külge, koos tema külge kinnitatud toruga.

Siduri lahutamiseks omab seade rõngasmuhvi, mis on harkhoova kaudu ühenduses siduripedaaliga. Seega võib pedaalile vajutamisega nihutada rõngasmuhvi telje suunas, kuid see ei saa pöörelda.

Siduri pedaalile vajutamisel puudutab rõngasmuhv vaskasbestkatte kihti ning takistab sellega vabalt liikuvat rõngast endise kiirusega edasi pöörlemast. Seega

aga aeglustub ka selle külge kinnitatud nukkseib. Teine nukkseib aga, saab edasi pöörelda endise kiirusega. Seega toimub mõlema nukkseibi vahel nihkumine teineteise suhtes, kusjuures teine nukkseib lükkab oma nuki viltuse pinnaga, nukkseibide vahel asetsevate rullide kaudu, eelmist eemale ühes vabaltliikuva kettaga. Kuna selle peal aga asetseb siduri survelaager, lahutab viimane sidurihoobade abil siduri. Seega on siin jõuvankrijuhi jalajõud vajalik vaid rõngasmuhvi ühendusse viimiseks vabaltliikuva ketta vaskasbestkattega.



Joon. 432. Mehaanilise servosiduri skeem.
1 — sidurikate, 2 — toru, 3 — vabalt liikuv ketas, 4 — vaskasbestkate, 5 — nukkseib, 6 — siduri survelaager, 7 — nukkseibi vastasseib, 8 — spiraalvedru, 9 — rull, 10 — rõngasmuhv, 11 — siduripedaal, 12 — harkhoob, 13 — sidurihoob.

Siduri rikked, reguleerimine ja hooldamine

Siduri korralikul käsitsemisel ja hooldamisel esinevad rikked harva, tekib vaid reguleerimise vajadus peamiselt siduriketta vaskasbestkatte loomuliku kulumise tõttu.

Peamised rikked, mis siduri juures esinevad, on:

a) sidur ei ühendu täielikult,
b) sidur ühendub täielikult, kuid ei vea,
c) sidur ei lahutu.

Siduri mittetäielik ühendumine väljendub siduri libisemises, mis annab ennast kõigepealt tunda raskel veol. See on tunda sellest, et auto edasiliikumise kiirus ei vasta mootori pööretele. Siduri mittetäielik ühendumine võib olla tingitud siduriketta vaskasbestkatte kulumisest või siduripedaali vabakäigu puudumisest. Sellise siduriga ei tohi edasi sõita, sest libisemine, mis tekib siduri hõõrdepindade vahel, kulutab asjatult siduriketta vaskasbestkatet ning kuumendab siduri üle. Siduri reguleerimisega saab libisemist kõrvaldada.

Kui sidur ühendub, kuid ei vea, siis võib põhjuseks olla katkenud või nõrgenenud sidurivedrud või õli sattumine siduri hõõrduvate pindade vahele. Nõrgenenud sidurivedrude pinevust on võimalik seibide vaheleasetamisega suurendada. Vahelesattunud õli tuleb bensiiniga välja pesta. Mõlemaks tööks tuleb sidur lahti monteerida.

Siduri mittelahutumise tunnuseks on käigukasti hammasrataste ragin käikude sisselülimisel. Siduri mittetäielik lahutumine võib olla tingitud liiga suurest siduripedaali vabakäigust, siduriketta hõõrdepinna kinnijäämisest sööbimise tagajärjel, sidurihoobade või siduriketta kõverdumisest ülekuumenemise tagajärjel. Kui siin siduri reguleerimine ei aita, tuleb ta lahti monteerida.

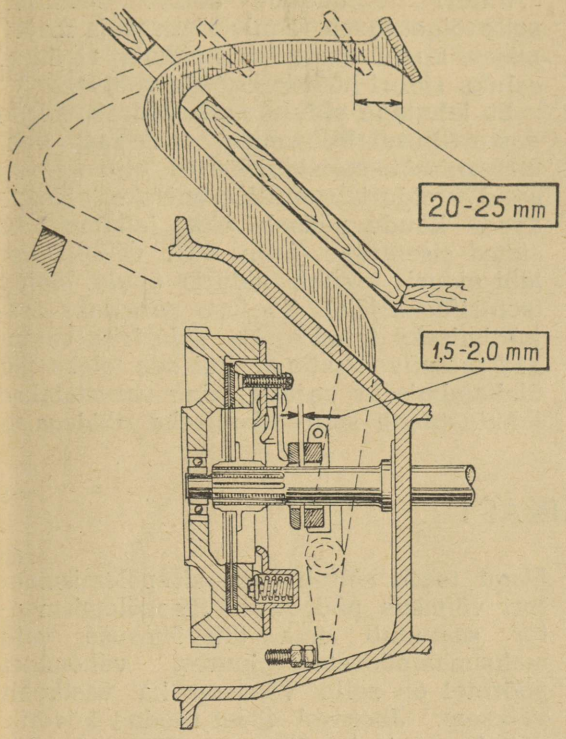
Siduri juures võivad esineda veel mõned muud rikked, näiteks siduriketta muhvi kinnijäämine sidurivõlli nuutidele kuivanud õli tõttu, siduri survelaagri kulumine, eriti grafiitlaagri korral, liigsest siduri asjatust kasutamisest, jala hoidmisest siduripedaalil sõidu ajal või puudulikust määrimisest. (Grafiitlaager ei vaja määrimist.)

Kui sidurit hoitakse alati korralikult reguleerituna, siis välditakse sellega siduri asjatut kulumist.

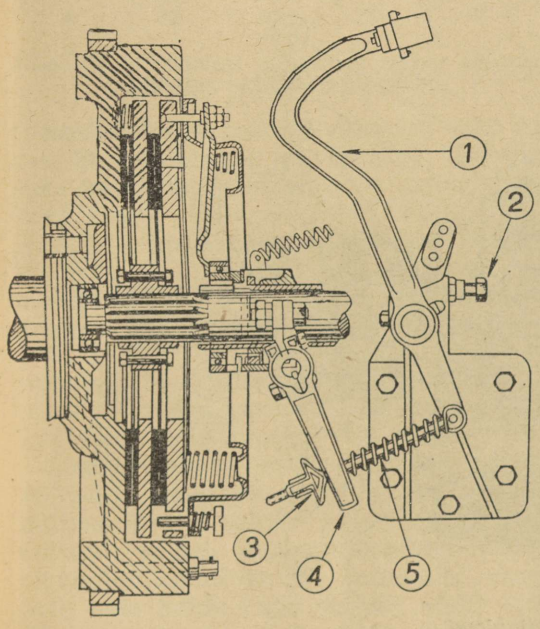
Ühekettalistel siduritel on ette nähtud kaks reguleerimisvõimalust:

a) siduripedaali vabakäigu reguleerimine,
b) sidurihoova otste vahe ühtlaseks reguleerimine survelaagri suhtes.

Siduripedaali vabakäik (joon. 433) peab olema 20—25 mm, sõltuvalt tehase ettekirjutusest. See vastab umbes siduri survelaagri ja sidurihoobade otste vahele jäävale vahele 1,5—2,0 mm. See vahe tuleb jätta selleks, et siduri survelaager



Joon. 433. Siduripedaali vabakäik.

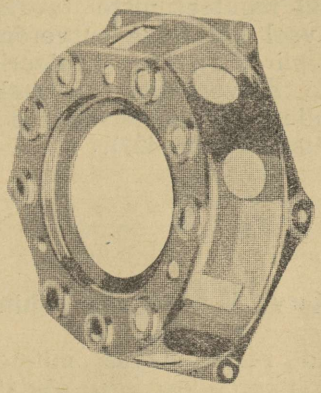


Joon. 434. Siduripedaali vabakäigu reguleerimisseade.

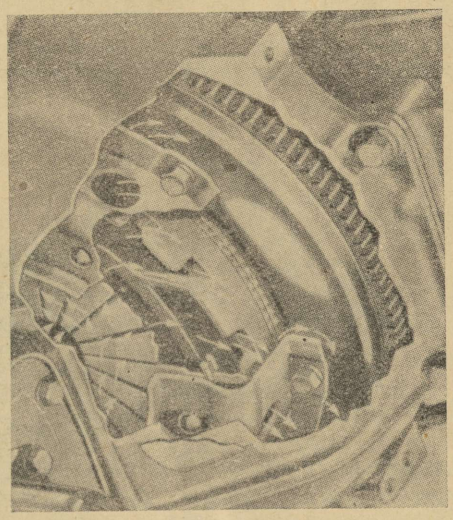
1 — siduripedaal, 2 — siduripedaali käigu piirdekruvi, 3 — siduripedaali vabakäigu reguleerimise tiivikmutter, 4 — siduri harkhoob, 5 — siduripedaali ja harkhooba ühendav polt.

ei avaldaks siduripedaalile vajutamata survet sidurihoobadele, millega sidur oleks osaliselt lahutatud, ja tekiks siduri libisemine.

Siduripedaali vabakäigu reguleerimine toimub enamikul siduritel siduripedaali ja siduri harkhoova võlli vahel oleva hoovastiku pikkuse muutmisega, selleks ettenähtud reguleerimiskruvi abil (joon. 434).



Joon. 435. Sidurikate ventilatsiooniavadega.



Joon. 435-a. Siduri ventilatsioon.

Õigeks siduri lahutamiseks ja ühendamiseks on väga oluline, et sidurihoova otste ja survelaagri vaheline vahe oleks kõikidel sidurihoobadel ühtlane, sest vastasel korral ei lahutu ja ühendu surverõngas oma kogu ümbermõõdus ühtlaselt korraga, vaid üks serv varem. See põhjustab siduriketta ebaühtlast kulumist ja

võib olla siduri mittetäieliku lahutamise või ühendamise põhjuseks.

Osal siduritel toimub sidurihoova otste ja survelaagri vahelise vahe reguleerimine surverõnga tõmbepoldi otstes oleva mutri keeramisega (joon. 417, 419). Mõnedel siduritel saab seda vahet reguleerida sidurihoobade toe nihutamisega selleks ettenähtud mutrite abil.

Kahekettalistel siduritel on peale eelnimetatud reguleerimiste tavaliselt ette nähtud veel keskmise surverõnga vabanemise piirdekruvide reguleerimine, et keskmine surverõngas ei saaks liialt tagasi tulla ja minna ühendusse tagumise sidurikettaga (joon. 427).

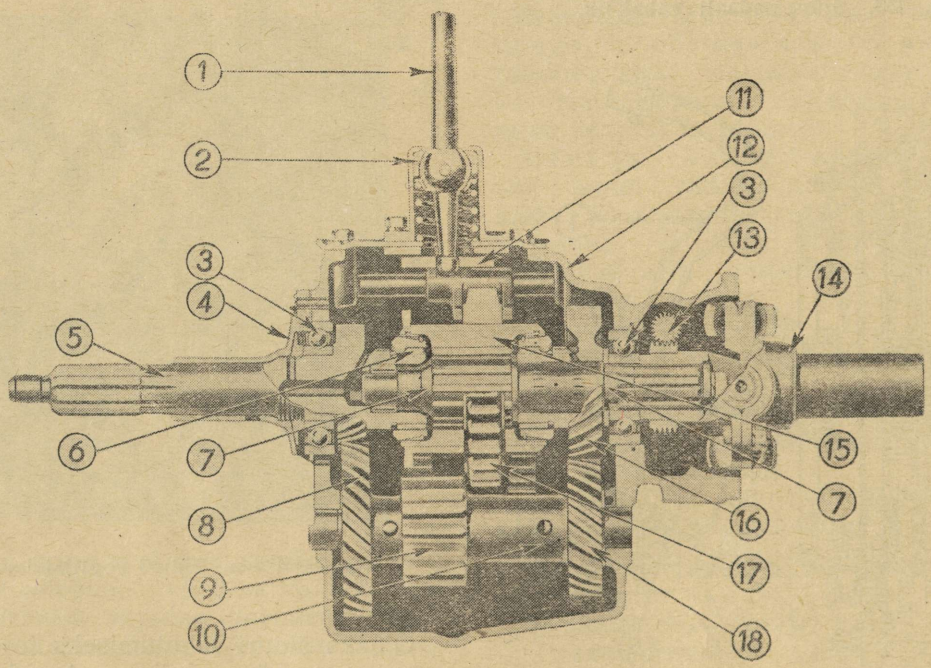
Siduri hooldamine seisab peamiselt selle õigeaegses reguleerimises ja määrimises, kusjuures tuleb hoiduda, et õli ei satuks siduri hõõrdepindade vahele.

Et jahutada sidurit selle hõõrdepindade vastastikusel libisemisel tekkivast kuumenemisest, on sidurikattes ette nähtud avad siduri ventileerimiseks. Nende avade kaudu pääseb õhk jahutamiseks siduri sisemusse (joon. 435). Õhuvooluse läbi siduri tekitab siduris õhule mõjuv tsentrifugaaljõud. Soojuse paremaks ärajuhtimiseks tehakse ka siduri surverõngad massiivsematena, kui see oleks jõu ülekandmiseks vajalik, ning varustatakse jahutuspinna suurendamiseks ribidega.

KÄIGUKAST

Otstarve ja töötamise põhimõte

Autosid rakendatakse mitmesugustes töötamisolukordades: kord sõidab see siledatel tasastel asfaltteedel, samas aga on vaja ületada järsk mäkketõus või läbida rasket liivast või mudast teeosa. Nagu teada sõltub aga sisepõlemismootori võimsus pööretest. Sisepõlemismootor saavutab oma täisvõimsuse vaid maksimaalpöörete juures, vähematel pööretel on selle võimsus ka vastavalt väiksem. Joonisel 436-*a* toodud kõverik näitab mootori võimsuse sõltuvust pöö-

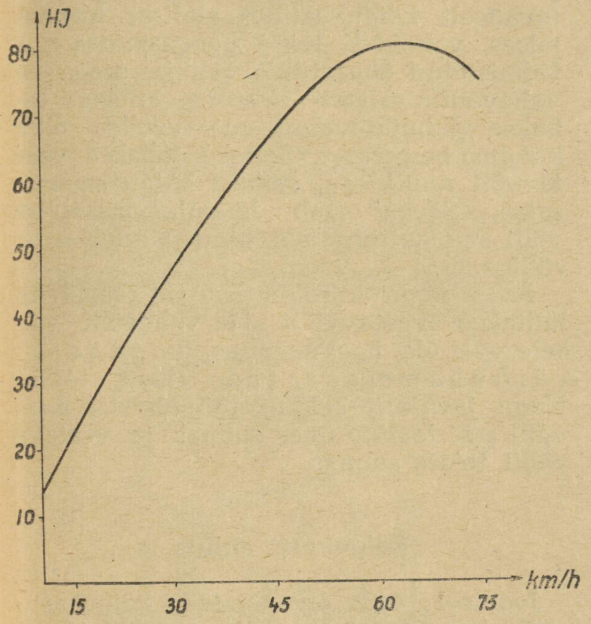


Joon. 436. Käigukast.

1 — käigukang, 2 — käigukangi munaliigend, 3 — kuullaager, 4 — sidurimuhvi tugi, 5 — sidurivõll, 6 — sidestushambad, 7 — veetavvõll, 8 — alalishambuv vahehammasratas, 9 — esimese käigu vahehammasratas, 10 — vahehammasratasplokk, 11 — lukustusplaat, 12 — käigukasti kest, 13 — kiirusemõõtja ajam, 14 — kardaanliigend, 15 — sünkronisaator, 16 — teise käigu hammasratas, 17 — esimese ja tagasikäigu hammasratas, 18 — teise käigu vahehammasratas.

rete arvust, täiesti avatud gaasiklapi asendi juures. Seda võimsuse kõverat nimetatakse mootori võimsuse kõveraks väliskarakteristiku järgi.

Sõites headel teedel kasutatakse mootori täisvõimsust auto kiiruse alalhoidmiseks, halbadel teedel ja tõusudel aga teetakistuste võitmiseks, kusjuures sõltuvalt



Joon. 436-a. Mootori võimsuse kõver sõltuvalt pööretest (väliskarakteristik).

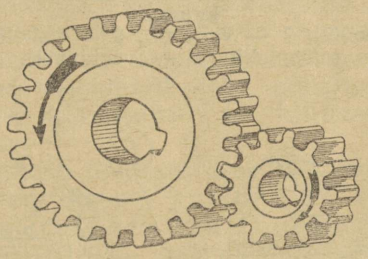
teetakistuste suurusest väheneb auto kiirus. Et võimaldada automootori täisvõimsuse kasutamist täispöörete arendamisel kord kiirel, kord aeglasel sõidul, peab jõuülekandeseadeldises olema selleks eriseade — käigukast. Käigukast võimaldabki autole arendada kord aeglast kiirust, omades sealjuures tugevat veojõudu, mida on näiteks vaja auto kohaltvõtmisel, kus tuleb ületada auto paigalseisu inertsjõud, samas aga suurt kiirust, kusjuures aga veojõud on nõrgem.

Lisaülesandena pannakse käigukastile võimalus lahutada mootor veoratastest, näiteks kas mootori käivitamiseks või kui auto seisab, mootor aga töötab, mis on tuntud nimetuse all „vabakäik". Seega pole vaja hoida kogu selleks ajaks sidurit lahutatuna, vaid sidur lahutatakse ainult selleks hetkeks, mil käigukast seatakse „vabakäigule". On see tehtud, võib sidurit jällegi ühendada, sest jõu ülekandmine mootorilt veoratasteni on käigukasti vabakäigul katkestatud.

Teiseks käigukasti lisaülesandeks on auto sõidusuuna muutmine. Teatavasti töötab sisepõlemis-automootor vaid ühesuunalise väntvõlli pöörlemisega, mida pole võimalik muuta. Tekib aga vajadus auto sõidusuuna muutmiseks, s. o. tagurpidisõiduks, siis toimub see käigukasti abil.

Käigukast kujutab endast rida mitmesuguses suuruses hammasrattaid, millede omavahelise ühendamise kombinatsioonist sõltub auto sõidukiirus ja vastavalt sellele veojõud.

Kui võtaksime näiteks kaks hammasratast (joon. 437), milledest suurema läbimõõt on kaks korda suurem kui väiksemal, või teisiti öeldes, mille hammastearv on kaks korda suurem kui väiksemal, paneks nad hambuma ning pööraks väiksemat ühe pöörde võrra, siis näeksime, et suurem pööras vaid poolpööret. Et suurem teeks ühe terve pöörde, tuleb väiksemat pöörata kaks pööret. Kui me väiksemat ratast pööraks ühe tugevusega, siis on vaja suurema kinnihoidmiseks kaks korda tugevamat jõudu. Siit selgubki, et kaks korda suurema läbimõõduga hammasratta pöörlemise kiirus on küll kaks korda aeglasem, kuid sellepärast on selle veojõud kaks korda tugevam. Mida kaotasime kiiruses, seda võidame veotugevuses.



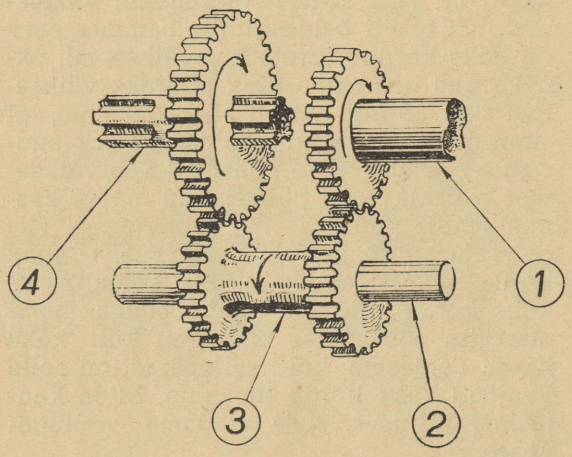
Joon. 437. Hammasratas-ajam.

Suhet veetava ja vedava hammasratta läbimõõtude või nende hammaste arvude vahel nimetatakse ülekandearvuks. Ülaltoodud näites on see 2:1. See arv ei tarvitse alati olla täisarv, vaid võib olla ka murdarv, näiteks 2,35:1; 3,10:1, kuid võib ka olla 1:2; 1:1,67; 1:3,85 jne.

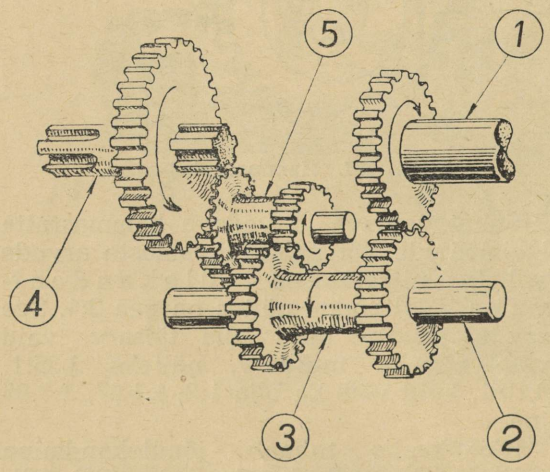
Käigukastis toimub jõuülekandmine nelja hammasratta kaudu (joon. 438), milledest üks on kinnitatud sidurist käigukasti suunduval võllil. Tavaliselt on see hammasratas valmistatud ühes tükis selle võlliga, mis on ühtlasi ka sidurivõl-

liks. Käigukasti suhtes nimetatakse seda veovõlliks.

Veovõlli otsas olev hammasratas on alalises hambumises ühe teise hammasrattaga, mis asetseb nn. vahevõllil. Vahevõlli teises otsas on kolmas hammasratas, mis on tehtud ühes tükis eelmisega, moodustades vahehammasrataste ploki. Seega pöörlevad mõlemad vahevõlli hammasrattad alati koos. Teiselt vahevõlli hammasrattalt toimub jõu ülekandmine neljandale hammasrattale, nn. käiguhammasrattale, mis asetseb nn. veetavvõllil. Veetavvõllilt toimub jõu ülekandmine kardaanvõllile ja sealt veoratastele. Sellisel viisil antakse veetavvõllile samasuunaline pöörlemine kui veovõllilgi ja hammasrataste sobivate suuruste valikuga määratakse auto liikumise kiirus ja veojõud.



Joon. 438. Jõuülekanne nelja hammasratta kaudu.
1 — veovõll, 2 — vahevõll, 3 — vahehammasratasplokk, 4 — veetavvõll.



Joon. 439. Tagasikäigu saamine hammasratasajami abil.
1 — veovõll, 2 — vahevõll, 3 — vahehammasratasplokk, 4 — veetavvõll, 5 — tagasikäigu hammasratasplokk.

Vabakäigu saamiseks tuleb üks hammasrataste paar lahutada. Kuna veovõlli ja vahevõlli esimene hammasratas on tavaliselt käigukastides alalises hambumises, vahevõlli teine hammasratas aga valmistatud ühes tükis võlliga, seega ka vahevõlli esimese hammasrattaga, tehakse lahutatavaks veetavvõllil olev käiguhammasratas. Selleks tehakse veetavvõll nuutidega, samuti käiguhammasratas. Seega saab käiguhammasratast võlli suunas nihutada, kuid pöörleb koos võlliga.

Auto tagurpidisõidu suuna saamiseks lülitakse veetavvõlli ja vahevõlli vahele veel üks hammasratas, nn. tagasikäiguhammasratas (joon. 439). Nagu jooniselt selgub, toimub siis veovõlli pöörlemine ühes suunas ja veetavvõllil teises suunas.

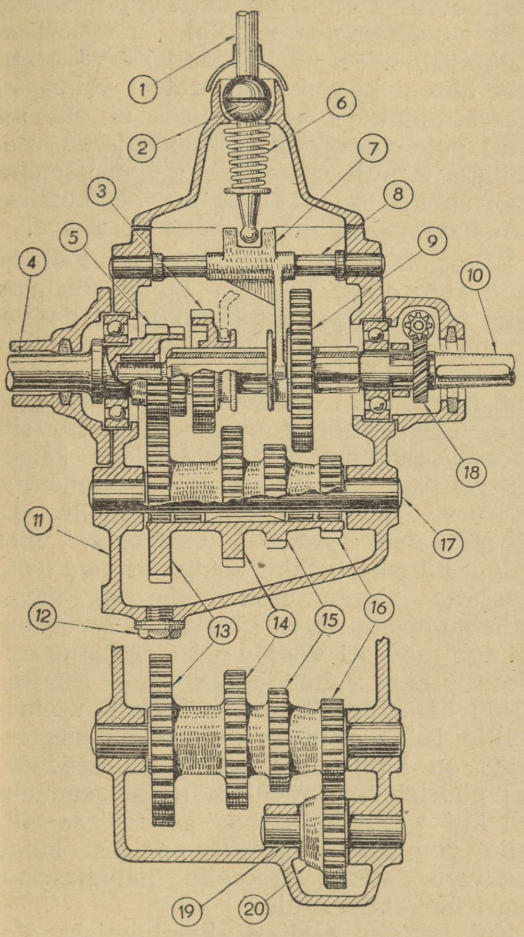
Käigukasti ehitus

Joonisel 440 on toodud käigukast, mille hammasrataste mitmesugusel ühendamisel võimaldub saada kolm erisugust auto edasisuunas liikumise kiirust ja ühe tagurpidisuunas liikumise kiiruse. Sellist käigukasti nimetatakse kolmekäiguliseks käigukastiks. Kolmekäigulist käigukasti kasutatakse sõiduautodel ja kergeveoautodel.

Mootori veojõud antakse sidurilt edasi käigukasti veovõllile, mis on ühtlasi siduri võlliks. Viimane toetub käigukastipoolse otsaga käigukasti otsakaanes olevale kuullaagrile. Seda kuullaagrit hoiab seestpoolt kohal piirderõngasvedru, väljastpoolt aga sidurimuhvi toe äärik. Labürinttihend takistab õli valgumist käigukastist käigukasti veovõlli ja sidurimuhvi toe vahelt sidurisse.

Käigukasti alumises osas oleval vahevõllil, mis on kinnitatud liikumatuks käigukasti otstesse, asetseb rull-laagritel vabalt pöörlev vahehammasrataste plokk, mis koosneb neljast hammasrattast. Nendest on üks pidevas hambumises veovõlli otsas oleva hammasrattaga, teine on määratud hambumiseks kasutades teist käiku, nn. teise käigu vahehammasratas,

kolmas on määratud hambumiseks kasutades esimest käiku, nn. esimese käigu vahehammasratas, ning neljas, nn. tagasikäigu vahehammasratas on pidevas ühenduses tagasikäigu hammasrattaga.



Joon. 440. Kolmekäiguline käigukast.

1 — käigukang (käiguvahetuskang), 2 — käigukangi munaliigend, 3 — teise ja kolmanda käigu hammasratas, 4 — veovõll, 5 — alaliselt hambuv hammasratas, 6 — käigukangi vedru, 7 — käigulülitushark, 8 — juhtvõll, 9 — esimese ja tagasikäigu hammasratas, 10 — veetavvõll, 11 — käigukasti kest, 12 — õli väljalaskeava kork, 13 — alaliselt hambuv vahehammasratas, 14 — teise käigu vahehammasratas, 15 — esimese käigu vahehammasratas, 16 — tagasikäigu vahehammasratas, 17 — vahevõll, 18 — kiirusemõõtja ajam, 19 — tagasikäigu hammasratta võll, 20 — tagasikäigu hammasratas.

Veovõllilt suundub otseselt edasi veetavvõll, kuid pole mitte sellega seoses. Veetavvõll toetub ühe otsaga veovõlli otsa õõnsuses olevale rull- või nõellaagrile ning teise otsaga käigukasti kardaanvõllipoolse otsakaanes olevale kuul- või rull-laagrile. Veetavvõll on sooniline, mistõttu sellel asetsevaid hammasrattaid on võimalik võllil nihutada, kuid pöörlevad koos võlliga. Sellel võllil asetseb esimese käigu hammasratas, mida nihutatakse hambumisse esimese käigu vahehammasrattaga, kui on vajalik sõita esimese käiguga, ning teise käigu hammasratas, mida nihutatakse hambumisse teise käigu vahehammasrattaga, kui on vajalik sõita teise käiguga. Kolmanda käigu saamiseks on teise käigu hammasrattal sisehammasrataspöid, mis viiakse hambumisse veovõlli otsas oleva hammasrattaga. Selleks on väljaulatuv osa viimasest tehtud väiksema läbimõõduga, et see ulatuks kolmanda käigu sisehammasrataspõia sisse. Tagasikäigu saamiseks ühendatakse esimese käigu hammasratas tagasikäigu hammasrattaga. Seega on üks käiguhammasratas esimese ja tagasikäigu jaoks, ning teine teise ja kolmanda käigu jaoks. Kolmanda käigu hammasrataste ühendust nimetatakse ka o t s e ü h e n d u s e k s, kuna siis on veovõll ja veetavvõll otseselt sidestatud.

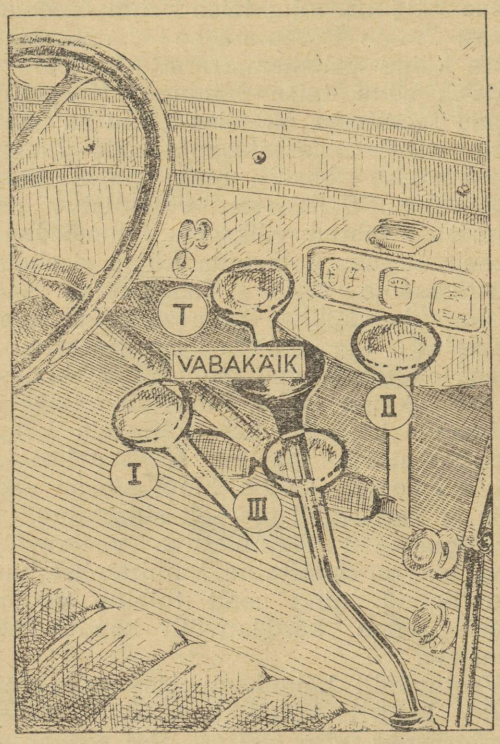
Käigukastist väljaulatuva veetavvõlli otsa, mis on soonitatud, kinnitatakse kardaanliigend, ning sealt toimub veojõu edasiandmine kardaanvõlli kaudu veoratastele.

Veetavvõlli käigukasti otsakaanes asetsevat laagrit hoiab seestpoolt kohal piirderõngasvedru, väljastpoolt aga poltidega kinnitatud otsakaas, millesse tavaliselt on paigutatud auto armatuurlaual asetseva kilomeetri- ja kiirusemõõtja tiguajam.

Käigukasti ülemises osas asetsevad paralleelselt kaks j u h t v õ l l i. Ühelt neist ulatub k ä i g u l ü l i t u s h a r k esimese-tagasikäigu hammasratta äärikule, ning teiselt teise-kolmanda käigu hammasratta äärikule. Käikude lülimine toimub k ä i g u k a n g i abil, mis toetub käigukasti kaanes olevale munaliigendile. Käigukangi ülemine ots ulatub juhiruumi, juhi parema käe ulatusse, ning selle kaudu teostabki jõuvankrijuht käikude vahetamist (joon. 441). Käigukangi alumine ots ulatub juhtvõlli peal olevate käigulülitusharkide ülemises osas ettenähtud õnarustesse. Käigukangi munaliigendi vedru hoiab ära käigukangi logisemist.

Kõik käigukasti hammasrattad koos võllide ja laagritega on paigutatud kesta, mis on ühtlasi ka õli anumaks.

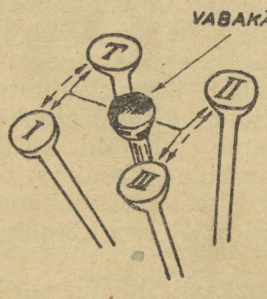
Käigukasti kest on valatud kas malmist või kergemetallist. Käigukasti hammasrattad ja võllid on valmistatud parimast kroomnikkelterasest ning nende välispind on kuluvuse vähendamiseks termilise töötlemisega tehtud klaaskõvaks.



Joon. 441. Käigukangi asend.

Käigukasti käsitsemine

Käigukangi ülemise otsa nihutamisega ühest asendist teise toimubki käigukasti käikude vahetamine. Kui käigukangi nupp asetseb oma keskasendis (joon. 442) ehk neutraalasendis, nimetatakse seda vabakäiguks, sest siis ühtegi käigu-



Joon. 442. Käigukangi asendid käikude vahetusel.

hammasratast ühegi vahehammasrattaga hambumises ei ole (joon. 443 *a*). Veovõlli alaliselt hambumises olev hammasratas on küll ühenduses alaliselt hambumises oleva vahehammasrattaga, ning kui mootor töötab ja sidur on ühendatud, toimub küll vahehammasrattaploki pöörlemine, kuid sealt edasi jõu ülekandmist ei toimu, sest ühtegi käiguhammasratast vahehammasrattaplokiga hambumises ei ole, samuti pole veetavvõll otsesidestatud veovõlliga. Ainult tagasikäigu hammasratas pöörleb kaasa, sest see on hambumises vahehammasrattaploki hammasrattaga.

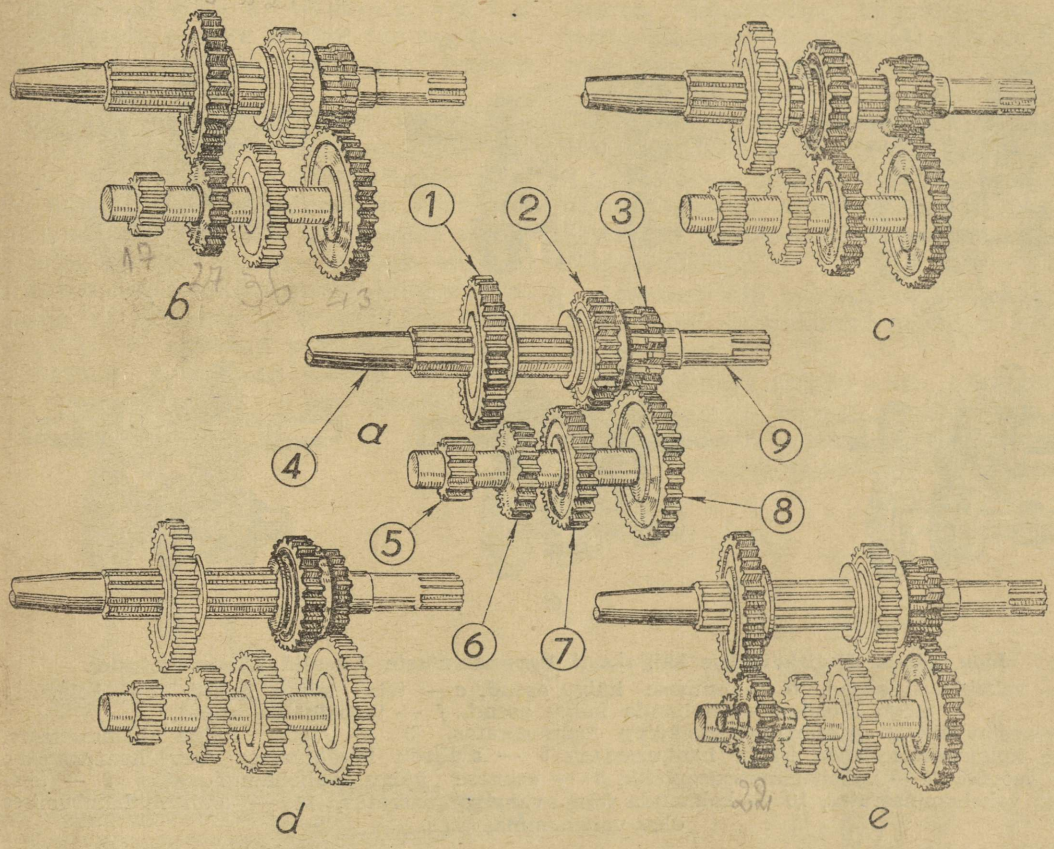
Selles asendis võib mootor töötada, kuid auto edasi ei liigu. Sõidu alustamiseks tuleb käigukanginupp nihutada vasakule tagasi. Seda asendit nimetatakse esimese käigu asendiks. Sealjuures nihkub käigukangi alumine ots paremale — ette. Käigukangi alumine ots satub siis parempoolse juhtvõlli peal oleva käigulülitushargi ülemises osas ettenähtud õnarusse ning lükkab sealtkaudu ka parempoolse juhtvõlli ettepoole, viies käigulülitushargi abil esimese käigu hammasratta hambumisse esimese käigu vahehammasrattaga (joon. 443 *b*). Nüüd toimub mootori veojõu edasiandmine esimese käigu vahehammasrattalt esimese käigu hammasrattale ning sealt veetavvõllile. Kuna esimese käigu vahehammasratas on kõige väiksema läbimõõduga, siis pöörleb veetavvõll küll samasuunaliselt kui veovõll, kuid kõige aeglasemalt, selle veovõime on aga see-eest kõige tugevam, vastavalt selle hammasratta paari ülekandearvule.

Kui näiteks alaliselt hambumises olevate hammasrataste ülekandearv on 2:1 ning esimese käigu hammasrataste ülekandearv samuti 2:1, siis on käigukasti esimese käigu ülekandearv 4:1. See ütleb, et esimesel käigul veetavvõll pöörleb neli korda veovõllist aeglasemalt, s. o. kui veovõll teeb 4 pööret, teeb veetavvõll vaid 1 pöörde, kuid selle veovõime on neli korda tugevam kui veovõllil. Näitena olgu toodud, et esimese käigu ülekandearv autol Gaz M-1 on 2,82:1; Gaz-AA — 6,40:1; Zis-5 — 6,6:1; Zis-101 — 2,89:1.

Tuleb pidada meeles, et käikude lülimist võib teostada vaid siis, kui sidur on lahutatud.

Esimest käiku kasutatakse vaid auto paigaltvõtmiseks, esialgse liikumise hoo andmiseks ning sõidul eriti raskete maastiku- või teeoludes.

On autole, mootorile gaasi juurdeandmisega, vajalik hoog antud, tuleb üle minna teisele käigule. Selleks tuleb käigukanginupp nihutada ettepoole paremale — teise käigu asendisse (joon. 442). Sel teekonnal läbib käigukanginupp vabakäigu asendi. Sealjuures nihkub käigukangi alumine ots tahapoole, viib esimese mine teise käigu vahehammasrattalt teise käigu hammasrattale ning sealt veetavvõllile. Kuna teise käigu vahehammasratas on juba suurema läbimõõduga, siis pöörleb veetavvõll kiiremini (samasuunaliselt kui veovõllgi), kuid selle veovõime on vastavalt selle hammasrattapaari ülekandearvule nõrgem.



Joon. 443. Kolmekäigulise käigukasti hammasrataste asendid käiguvahetustel.
a — vabakäigu asend, *b* — esimese käigu asend, *c* — teise käigu asend, *d* — kolmanda käigu asend, *e* — tagasikäigu asend.
1 — esimese ja tagasikäigu hammasratas, 2 — teise ja kolmanda käigu hammasratas, 3 — alaliselt hambumises olev hammasratas, 4 — veetavvõll, 5 — tagasikäigu vahehammasratas, 6 — esimese käigu vahehammasratas, 7 — teise käigu vahehammasratas, 8 — alaliselt hambumises olev vahehammasratas.

käigu hammasratta hambumisest esimese käigu vahehammasrattaga välja, vabakäigu asendi kohal läheb parempoolsest käigulülitushargi õnarusest üle vasakpoolsesse käigulülitushargi õnarusse, ning tahapoole nihkumisel lükkab vasakpoolse juhtvõlli tahapoole, viies sellega vasakpoolse käigulülitushargi kaudu teise käigu hammasratta hambumisse teise käigu vahehammasrattaga (joon. 443 *c*).

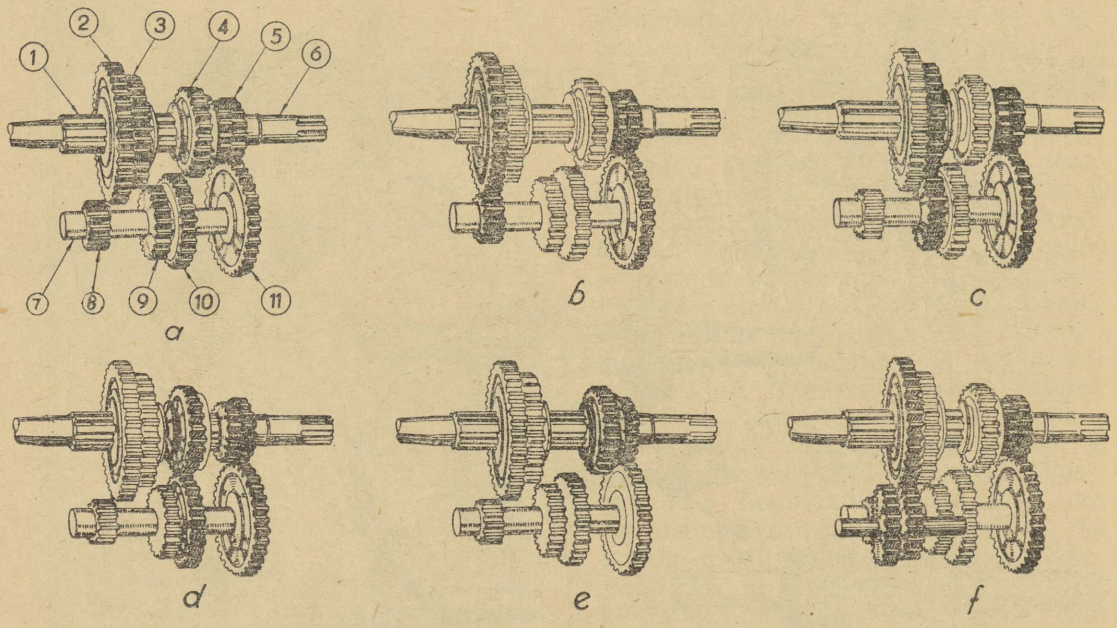
Nüüd toimub mootori veojõu edasiandKui näiteks alaliselt hambumises olevate hammasrataste ülekandearv on nagu eespoolgi 2:1 ning teise käigu hammasrataste ülekandearv 1:1, siis on käigukasti teise käigu ülekandearv 2:1. See ütleb, et teisel käigul veetavvõll pöörleb kaks korda aeglasemalt kui veovõll, s. o. kui veovõll teeb 2 pööret, siis teeb veetavvõll vaid 1 pöörde, kuid selle veovõime on kaks korda tugevam kui veovõllil (esimesel käigul 4 korda).

Näitena olgu toodud, et teise käigu ülekandearv on autol Gaz M-1 — 1,60:1; Gaz-AA — 3,09:1; Zis-5 — 3,74:1; Zis-101 — 1,75:1.

Teist käiku kasutatakse esimese käiguga saavutatud auto hoo suurendamiseks ning sõidul rasketel teeoludel ja aeglases sõiduolukorras.

rus vastab mootori pööretele vastavale kiirusele. Vahehammasrattaplokk pöörleb küll veovõlliga kaasa, kuid ei võta jõuülekandmisest osa (joon. 443 *d*).

Tagasikäigu saamiseks tuleb käigukanginupp nihutada vasakule — ette — tagasikäigu asendisse (442). Sealjuures nihkub selle alumine ots esimese-tagasi-



Joon. 443-a. Neljakäigulise käigukasti hammasrataste asendid käiguvahetustel.

a — vabakäigu asend, *b* — esimese käigu asend, *c* — teise käigu asend, *d* — kolmanda käigu asend, *e* — neljanda käigu asend, *f* — tagasikäigu asend.
1 — veetavvõll, 2 — esimese-tagasikäigu hammasratas, 3 — teise käigu hammasratas, 4 — kolmanda-neljanda käigu hammasratas, 5 — alaliselt hambumises olev hammasratas, 6 — veovõll, 7 — vahehammasrattaplokk, 8 — esimese käigu vahehammasratas, 9 — teise käigu vahehammasratas, 10 — kolmanda käigu vahehammasratas, 11 — alaliselt hambumises olev vahehammasratas.

Normaalne sõitmine autodel, milledel on kolmekäiguline käigukast, toimub kolmanda käiguga. Selle lülimiseks tuleb käigukanginupp nihutada paremale poole taha — kolmanda käigu asendisse (joon. 442).

Sealjuures nihkub käigukangi alumine ots ettepoole, tõmbab teise käigu hammasratta hambumisest välja ning viib selle ühendusse oma sisehammasrataspõia kaudu veovõlli hammasrattaga. Seega on veetavvõll otsesidestatud veovõlliga ning pöörleb sama kiirusega. Mootori veojõud antakse veovõllilt otseselt edasi veetavvõllile ning sealt kardaanvõlli kaudu veoratastele, ilma et seda käigukastis muudetaks. Käigukasti ülekandearv on sealjuures 1:1. Auto kiikäigu hammasratta lülitushargi õnarusse ning viib esimese käigu hammasratta ühendusse tagasikäigu hammasrattaga (joon. 443 *e*). Nüüd toimub mootori veojõu ülekandmine tagasikäigu vahehammasrattalt tagasikäigu hammasrattale ning sealt esimese käigu hammasratta kaudu veetavvõllile, sealjuures pöörleb veovõll ühesuunaliselt ning veetavvõll teisesuunaliselt. Kuna tagasikäigu vahehammasratas on väiksem kui esimese käigu vahehammasratas, siis on auto edasiliikumine tagurpidisõidul veelgi aeglasem kui esimesel käigul, ning veojõud veelgi tugevam. Tagasikäigu ülekandearv on autodel Gaz M-1 — 3,38:1; Gaz-AA — 7,82:1; Zis-5 — 7,63:1; Zis-101 — 3,62:1.

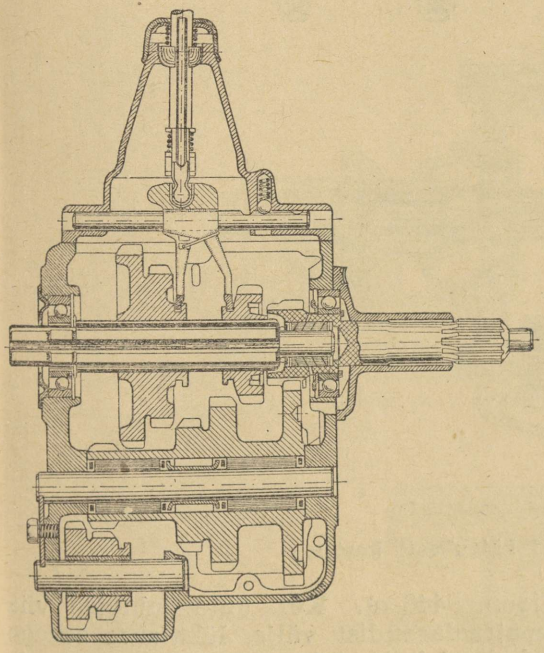
Tagasikäiku tohib sisse lülida vaid ainult peale auto täielikku seismajäämist, vastasel korral aga, kui auto hooga edasi liigub sisselülitud tagasikäiguga, mootor aga seda tagasisuunas hakkab vedama, võivad käigukasti hammasrattad puruneda. Tavaliselt aga pole auto edasiliikumisel võimalik tagasikäiku sisse lülida, sest teisesuunaliselt pöörlevad hammasrattad seda ei võimalda, või kui see õnnestub, on see seotud tugeva hammasrataste raginaga, mis kohe haarab juhi tähelepanu.

Suurema osa veoautodele asetatakse neljakäiguline käigukast. See võimaldab auto veojõu ja sõidukiiruse paremat sobitamist mitmesugustele sõiduolukordadele. Joonisel 444 on toodud neljakäiguline käigukast. See erineb eespool kirjeldatud kolmekäigulisest käigukastist sellega, et esimese ja teise käigu hammasrattad on ehitatud kokku kaksikhammasrattana. Kolmanda käigu asemel on siin neljanda käigu juures veovõll otsesidestatud veetavvõlliga. Kolmas käik saadakse siin kolmanda käigu hammasratta ühendamisel kolmanda käigu vahehammasrattaga. Neljanda käigu otsesidestuse hammasrataspõid on tehtud kolmanda käigu hammasratta sisse.

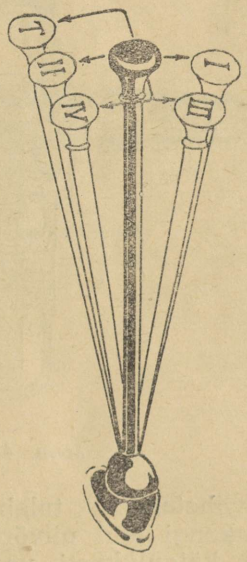
Esimese käigu hammasratast kasutatakse ühtlasi ka tagasikäiguks, samuti esimese käigu vahehammasratast. Sellejuures tagasikäigu hammasratas pole mitte alalises hambumises esimese käigu vahehammasrattaga, vaid lükatakse hambumisse ainult tagurpidisõidu ajaks. Tagasikäigu hammasratas kujutab endast kaksikhammasratast, milledest käigu sisselülimisel suurem nihkub hambumisse esimese käigu vahehammasrattaga ning väiksem esimese käigu hammasrattaga veetavvõllil.

Joonisel 445 on toodud neljakäigulise käigukasti käigukangi asendid käikude vahetamisel.

Tagasikäigu hammasratta nihutamiseks on käigukastil kolmas juhtvõll, mis asetseb reastikku teistega. Juhtvõllilt suundub lülitushark tagasikäigu hammasratta äärikuni.



Joon. 444. Veoauto Gaz-AA neljakäiguline käigukast.



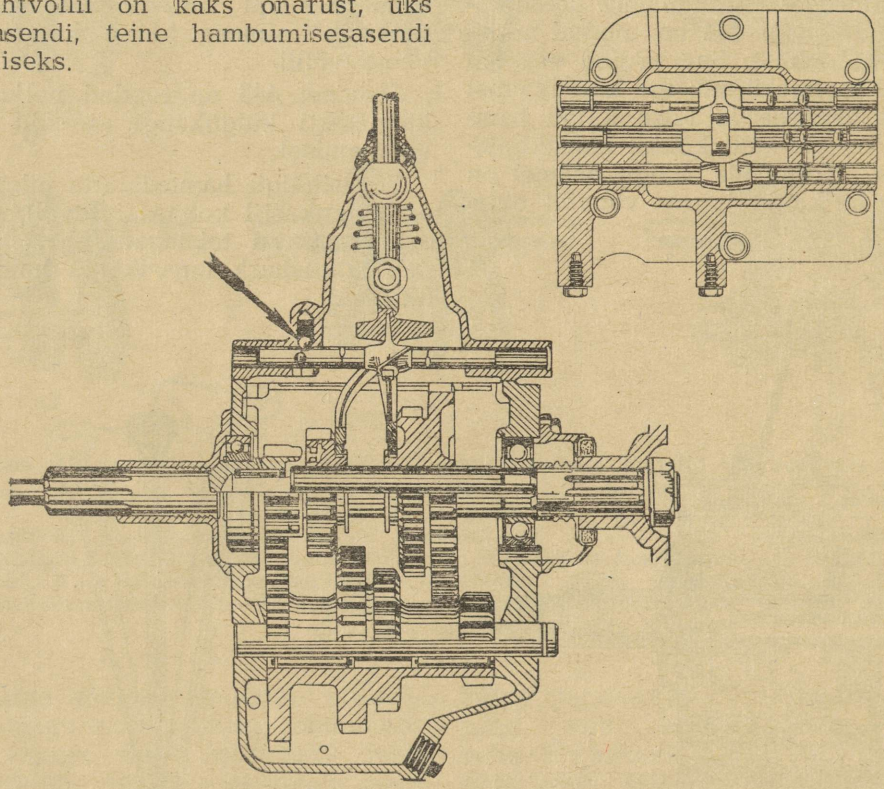
Joon. 445. Käigukangi asendid käikude vahetusel neljakäigulisel käigukastil.

Käigulukustid ja kaitsmed

Käiguhammasrataste hambumises püsimiseks käiguasendis, millesse nad on lülitatud, ning nende iseväljumise takistamiseks hambumisest auto sõiduajal, samuti hambumise kindlustamiseks terve hambalaiuse ulatuses varustatakse käigu-

kastid käigulukustitega. Selleks on iga juhtvõlli kohal käigukasti kaanes pesa, kuhu on paigutatud vedru, mis toetub teraskuulile (joon. 446) ning surub selle juhtvõllil olevasse õnarusse, hoides sellega juhtvõlli määratud asendis. Joonisel on toodud neljakäigulise käigukasti 3 juhtvõlli, milledest esimene on esimese-teise käigu jaoks, teine kolmanda--neljanda käigu jaoks, ning kolmas tagasikäigu jaoks. Esimesel ja teisel juhtvõllil on kolm õnarust, nendest on keskmine määratud hammasrataste neutraalasendi (vabakäigu) lukustamiseks ning äärmised vastavate käiguhammasrataste hambumisesoleku asendi lukustamiseks. Tagasikäigu juhtvõllil on kaks õnarust, üks neutraalasendi, teine hambumisesasendi lukustamiseks.

Hammasrataste purunemise vältimiseks, mis võib ette tulla, kui juhuslikult satuvad hambumisse kaks käiguhammasratast korraga, varustatakse käigukast kaitsmega, mis ühe juhtvõlli nihutamisel automaatselt lukustab teise juhtvõlli neutraalasendisse. Selleks on kolmekäigulisel käigukasti kestal, mõlema juhtvõlli vahel läbipuuritud ava (joon. 448), kuhu paigutatakse ümardatud otstega lukukeel, mille pikkus on ühe juhtvõllis oleva õnaruse sügavuse võrra pikem kui juhtvõllide vahe. Kui mõlemad juhtvõllid on neutraalasendis (vabakäigul), siis asetsevad mõlemad õnarused lukukeele kohal

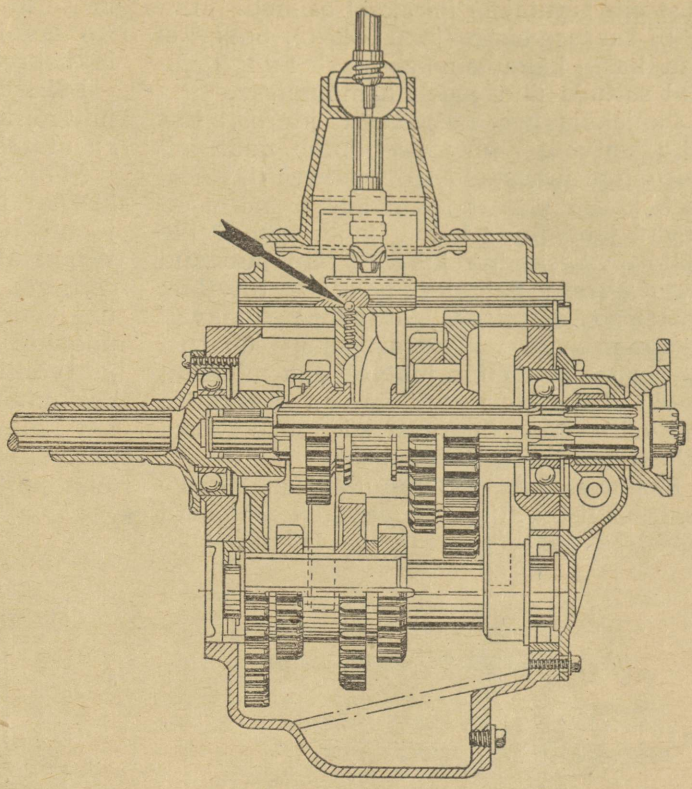


Joon. 446. Käigulukustid käigukasti kestas.

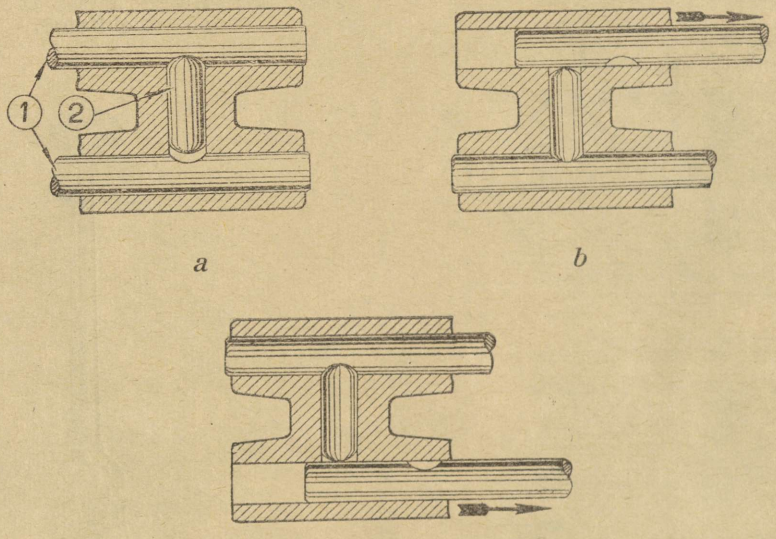
Käikude vahetamisel tuleb juhtvõlli lükata käigukangi abil niivõrd tugevalt, et teraskuul käigulukusti vedru survet ületades upub käigulukusti pesasse ning võimaldab seega juhtvõllile nihkuda.

Käigukastide juures, kus juhtvõllid on kindlalt kinnitatud käigukasti kesta külge ning käikude vahetamiseks nihkuvad neil edasi-tagasi vaid käigulülitushargid, on käigulukustid asetatud käigulülitusharkidesse (joon. 447).

(joon. 448 *a*). Kui ühte juhtvõlli viia neutraalasendist välja, lükatakse sellega lukukeel kohe teise juhtvõlli õnarusse ja lukustatakse see neutraalasendis (joon. 448 *b*). Selleks, et teist juhtvõlli neutraalasendist välja viia, peab enne esimese juhtvõlli viima tagasi neutraalasendisse, sest vastasel korral ei saa teist juhtvõlli, mis on lukustatud, üldse liigutadagi. Kui esimene juhtvõll on paigutatud neutraalasendisse, oma õnarusega lukukeele ko-



Joon. 447. Käigulukustid käigulülitushargis.



a *b* *c*

Joon. 448. Käigu kaitse kolmekäigulises käigukastis.
1 — juhtvõll, 2 — lukukeel.

a — mõlemad juhtvõllid on vabakäigu (neutraal-) asendis, b — pealmine juhtvõll on sisse lülitatud käiguasendis, alumine on vabakäigu asendis lukustatud, c — pealmine juhtvõll on vabakäigu asendis lukustatud, alumine on sisse lülitatud käiguasendis.

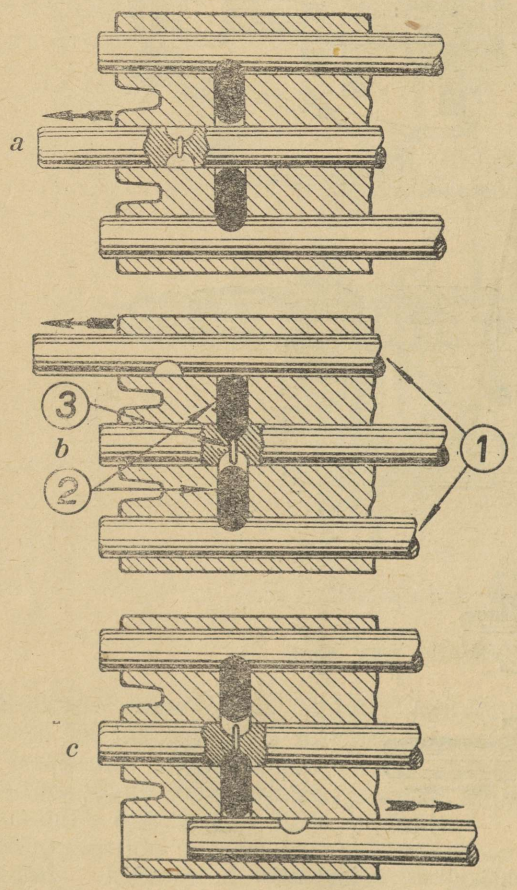
hale, saab teist juhtvõlli alles nihutada, sest siis surutakse lukukeel esimese juhtvõlli õnaruse sisse (joon. 448 *c*). Seega ei saa kaks käiguhammasratast mingil juhul sattuda üheaegselt hambumisse.

Neljakäigulise käigukasti juures, kus ühe juhtvõlli nihutamisel tuleb neutraalasendisse lukustada kaks juhtvõlli, koosneb kaitse kahest lukukeelest, mis asetsevad juhtvõllide vahel (joon. 449). Peale selle on keskmine juhtvõll läbi puuritud ning avasse paigutatud väike tihvtike. Mõlemad äärmised juhtvõllid omavad neutraalasendi lukustamiseks õnarusi ühel pool, keskmine juhtvõll aga mõlemal pool. Tihvtikese pikkus on keskmise juhtvõlli ühe õnaruse sügavuse võrra lühem kui juhtvõlli läbimõõt.

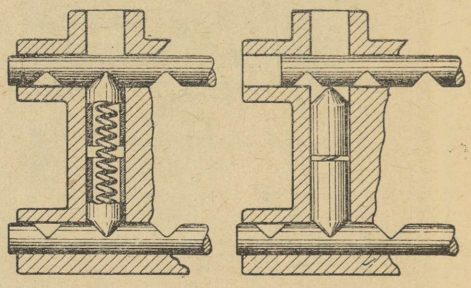
Keskmise juhtvõlli nihutamisega neutraalasendist välja lukustatakse mõlemad äärmised juhtvõllid (joon. 449 *a*). Ühe äärmise juhtvõlli nihutamisel lukustatakse mõlemad ülejäänud (joon. 449 *b*, *c*). Kuidas lukukeeled tihvtikesega koostööl lukustavad juhtvõlle, selgub jooniselt.

Mõnede käigukastitüüpide juures, kus juhtvõllid asetsevad väga lähestikku, kasutatakse lukukeelena teraskuuli.

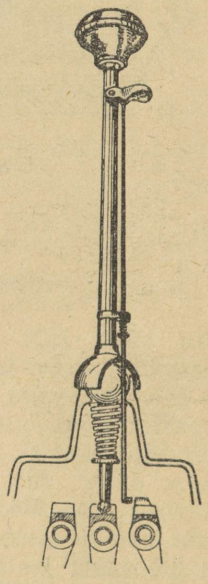
Mõnedel käigukasti-tüüpidel on käigulukusti ja kaitse kokku ehitatud. Nagu jooniselt 450 selgub, on siis lukukeel valmistatud kahest poolest ning seest õõnsana. Sellesse õõnsusesse on paigutatud vedru, mis surub lukukeele mõlemad pooled juhtvõlli õnarusse. Kummalgi juhtvõllil on kolm õnarust, milledest keskmine on neutraalasendi ning äärmised käiguasendi lukustamiseks. Kui üht juhtvõlli nihutatakse, lukustab lukukeel teist juhtvõlli.



Joon. 449. Käigu kaitse neljakäigulises käigukastis.
1 — juhtvõll, 2 — lukukeel, 3 — lukutihvt.



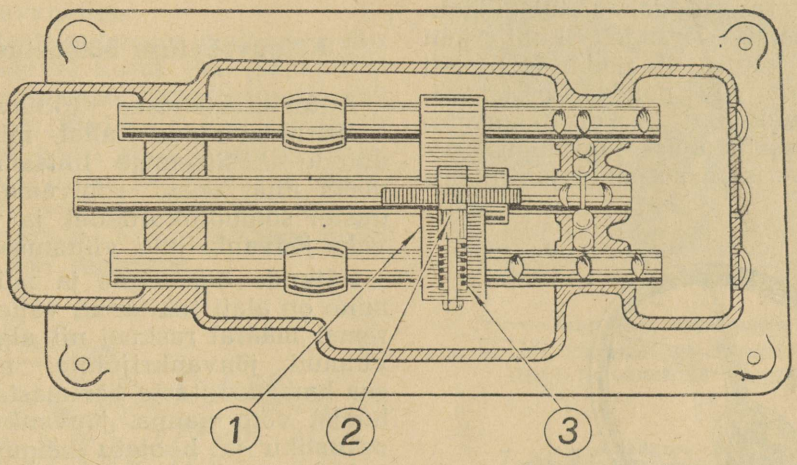
Joon. 450. Käigu kaitse ja lukusti kokku ehitatud.



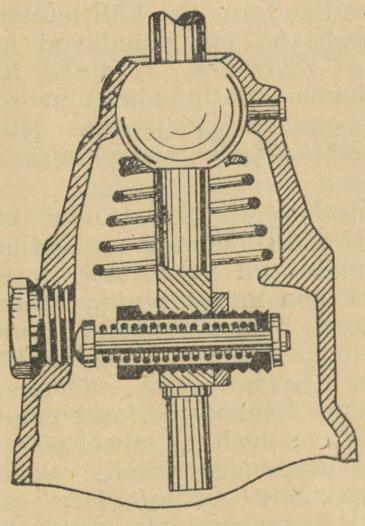
Joon. 451. Tagasikäigu kaitse.

Lisaks käigulukustile ja kaitsmele varustatakse veoautode käigukastid seadmega, mis takistavad juhuslikku tagasikäigu sisselülimist ja võimaldavad jõuvankrijuhile tagasikäiku lülida sisse vaid teadlikult. Rohkesti levinud seadmeks on siin käigulukustivarras, mis kinnitatakse käigukangi külge (joon. 451). Selle lukustivarda alumise otsa küljes on lukukeel, mis takistab käigukangi alumise otsa sattumist tagasikäigu käigulülitushargi õnarusse. Et tagasikäiku sisse lülida, peab jõuvankrijuht kergitama käigulukustivarrast. See toimub väikese pideme abil, mis on käigulukusti varda ülemises otsas käigukanginupu all. Käigukangi liikumisel teiste käikude lülimisel hoiab käigulukusti varda vedru käigulukusti varrast allasendis, milles juhuslik tagasikäigu sisselülimine on võimatu.

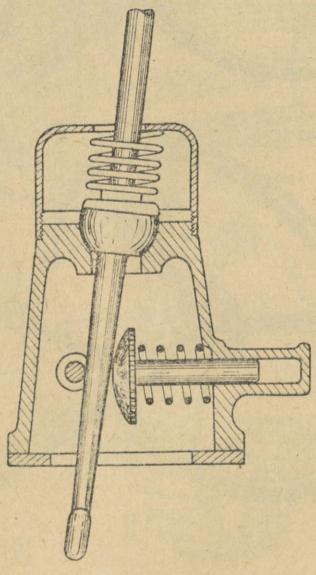
Mõnedel käigukasti-tüüpidel on juhusliku tagasikäigu sisselülimise vältimiseks lukukeel asetatud tagasikäigu käigulülitushargi õnarusse ning selle taha on paigutatud vedru, mis surub lukukeele väljapoole (joon. 452). Et käigukangi alumine ots saaks minna käigulülitushargi õnarusse, peab see nihutama lukukeele tahapoole, surudes vedru kokku. Selleks vajalik lisajõukulutus on käele tunnetatav,



Joon. 452. Tagasikäigu kaitse.
1 — käigulülitushark, 2 — lukukeel, 3 — lukukeele vedru.



Joon. 453. Tagasikäigu kaitse käigukangi alumise osa küljes.



Joon. 454. Tagasikäigu kaitse käigukasti kaane küljes.

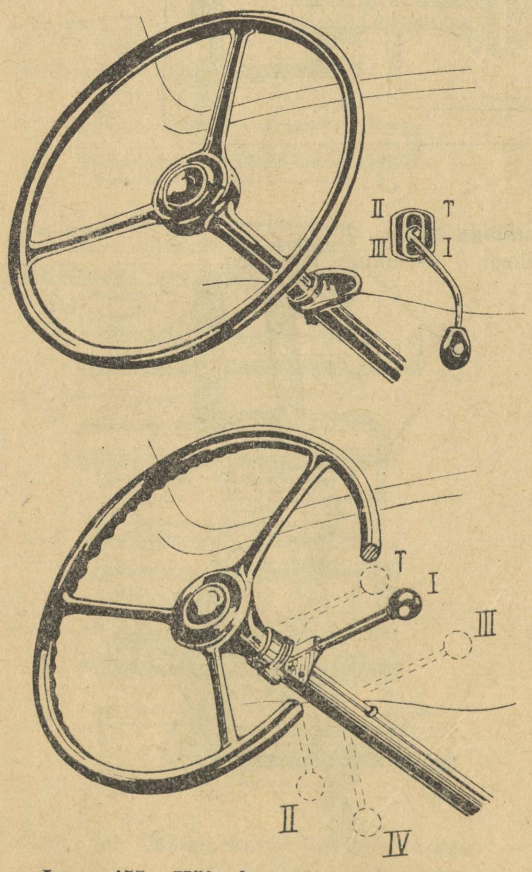
nii et jõuvankrijuht saab vaid teadlikult lülida tagasikäigu sisse.

Mõnedel käigukasti-tüüpidel pole lukukeel ühes vedruga paigutatud käigulülitushargi õnarusse, vaid käigukangi alumise osa külge (joon. 453) või käigukasti kaane külge (joon. 454). Joonisel 453 toodud viisil on see paremus, et vedru pinevuse vähenemisel on võimalik käigukasti kaanes lukukeele kohal olevat korki sisse keerates käigu sisselülimiseks vajaliku vedru kokkusurvejõudu suurendada.

Käigukangi asendid

Suuremal osal autodel ulatub käigukang juhiruumi põrandalt kuni juhi parema käe kõrguseni (joon. 441). Sel asetusviisil on see puudus, et ta võtab ruumi juhiruumi keskel, takistades kolmele isikule istumist juhiruumis, või kolme inimese istumise puhul juhiruumis takistab juhile käigukangi korralikku käsitsemist. Samuti takistab selline käigukangi asend juhile väljapääsu teisest uksest või juhi kõrval istujale juhipoolsest uksest.

Nende puuduste kõrvaldamiseks kasutatakse viimasel ajal rohkesti, peamiselt aga sõiduautodel, käigukangi asetamist rooli külge või armatuurlauasse. Joonisel 455 on toodud mitut tüüpi käigukangi asendeid. Loomulikult, et siin ei esine käigukang samal kujul, kui asetusel juhiruumi põrandal, vaid kujutab endast käsipidet ja ülekandehoovastikku, mille kaudu teostatakse käikude vahetamist.



Joon. 455. Käigukangide asetusviisid.
Üleval — armatuurlaual, all — roolipostil.

Käiguvahetuse hõlbustusseadmed

Autoehitustehased töötavad pidevalt konstruktsioonide kallal, mis muudavad autode käsitsemise lihtsamaks, hõlpsamaks ning enam sobivamaks mitmesugustel sõiduolukordadel ja vähem sõltuvaks jõuvankrijuhi vilumusest.

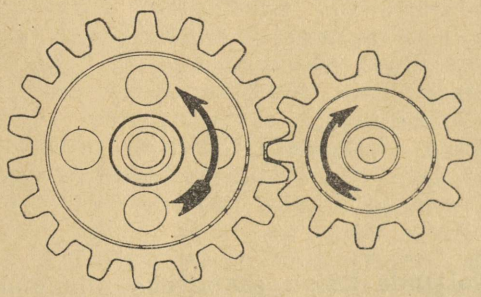
Käikude õigeaegne ja müratu vahetamine on alati tekitanud vähemal või suuremal määral raskusi nii algajale kui ka vilunud jõuvankrijuhile, ning suurem osa hammasrataste hammaste tippude kulumist võib panna jõuvankrijuhi mitteoskusliku ja hooletu käiguvahetuse arvele.

Autoehitustehaste püüd on varustada autod täiesti automaatsete käiguvahetusseadmetega, kuid kahjuks pole see seni veel teostunud, on aga küll leiutatud mitmeid seadmeid, mis muudavad käikudevahetuse müratuks, väldivad hammasrataste hammaste tippude kulumist võhikliku käigukasti käsitsemise tõttu ning muudavad käikude vahetamise hõlpsamaks.

Praegusel ajal kasutatavad hammasrataste tootmise tehnoloogilised menetlused võimaldavad valmistada hammasrattaid, mis oma müratus ning vaikses käigus ei jäta midagi soovida. Hammasrataste materjali teadlik valik, uute hambaprofiilide kasutamisele võtmine, suurim täpsus hammaste kokkupuutepinna lihvimisel, teaduslikul alusel põhjenevate termilise töötlemise võtete rakendamine ning täpsemate mõõteriistade omamine toodetud hammasrataste kontrollimiseks on viinud hammasrataste valmistamise tänapäeval täiuslikkuseni.

Müra või hammaste ragin, mis tekib käigu vahetamisel, on tingitud sellest, et hammasrattad, mida tahetakse viia hambumisse, liiguvad kumbki erikiirusega, mistõttu mõlema hammasratta hamba tipud enne hambumist üksteist puudutades kulutavad endid vastastikku. Hammasrataste hambumine toimub vaid siis hääletult, kui mõlema hammasratta hammaste pöörlemise kiirus on võrdne. Ning jõuvankrijuhi ülesanne ongi käiguvahetamiseks sellise hetke valimine. See nõuab teataval määral vilumist ja taipu. Väikese vahe pidamisega üleminekul ühelt käigult teisele, kahekordse sidurdamisega või vahegaasi andmisega saavutatakse hääletu käiguvahetus.

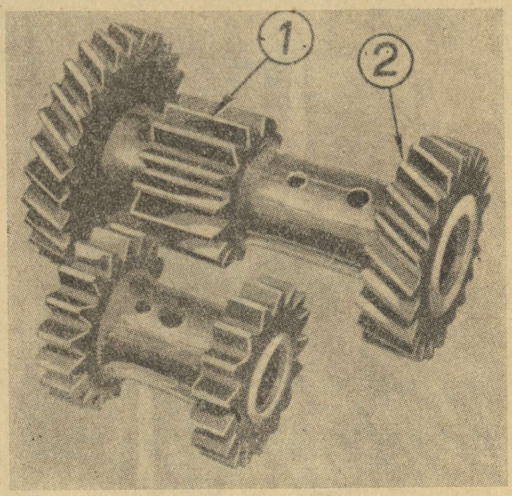
Hammasratastele omane undamine, mis tekib eriti tugeval kujul jõu ülekandval sirgete hammastega hammasrattapaaril, tekib sellest, et jõud kantakse üle ainult ühe hammaste paari poolt korraga (joon. 456). Järgneva paari hambumisse sattumine teostub väikese löögiga, millede sagedane kordumine hammasrataste pöörlemisel tekitabki undamist.



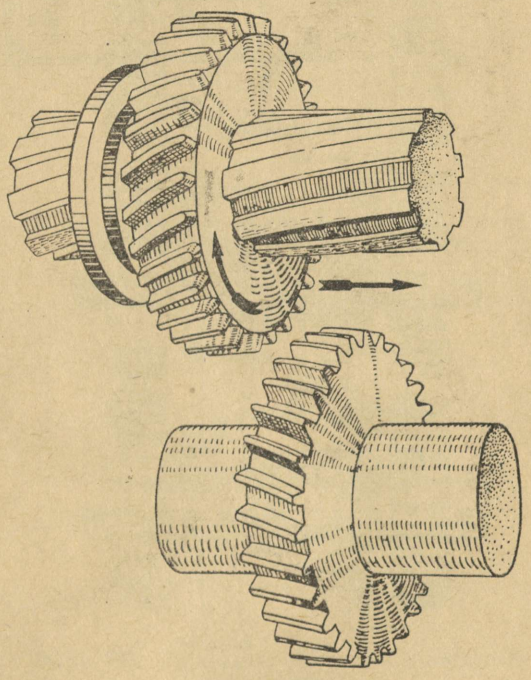
Joon. 456. Jõu ülekandumine hambalt hambale.

Viltuste hammastega hammasrataste kasutamisele võtmisel (joon. 457) toimub järgneva hammastepaari hambumine enne, kui eelmine paar on lahutatud. Seetõttu toimub siin hambumine löögita ning hammasrattad töötavad müratult. Veel paremateks on selles mõttes osutunud spiraalsete hammastega hammasrattad (joon. 458).

Kuna viltuste ja spiraalsete hammasrataste hambumisse viimine hammasrataste nihutamisega võllil on tehniliselt raskendatud, ehitatakse käigukastid, milles need hammasrattad on alalises hambumises. Tavaliselt ehitatakse käigukastid vaid kahe viimase käiguhammasrattaga alalises hambumises, sest normaalsel sõidul kasutatakse kõige rohkem neid käike. Kaks esimest käiku ja tagasikäik omavad tavaliselt sirgete hammastega hammasrattaid, mis viiakse hambumisse ja lahutatakse vajaduse korral. Joonisel 459 on toodud selline käigukast, mis omab viit edasikäiku ja üht tagasikäiku, s. o. viiekäiguline käigukast. Kuna siin



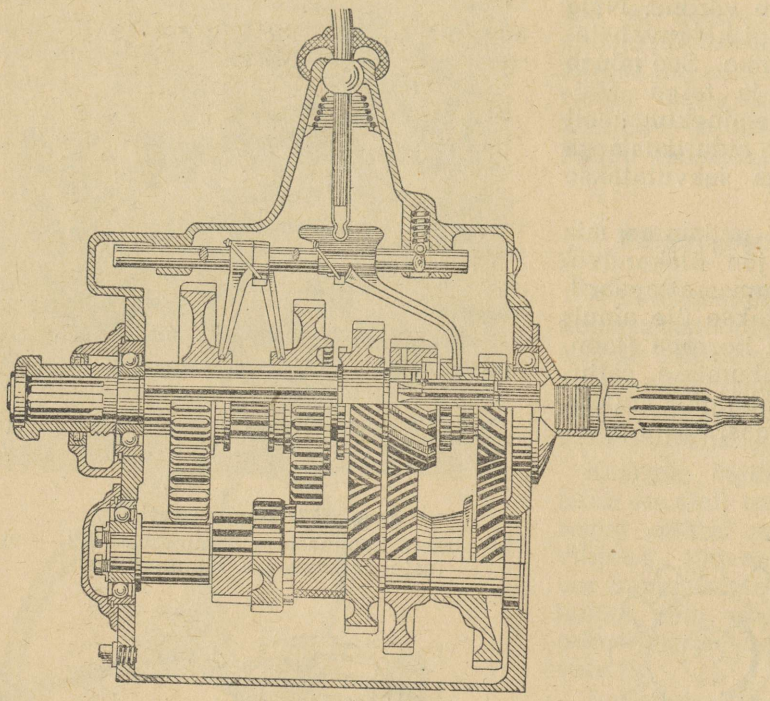
Joon. 457. Hammasrattad.
1 — sirgete hammastega hammasratas, 2 — viltuste hammastega hammasratas.



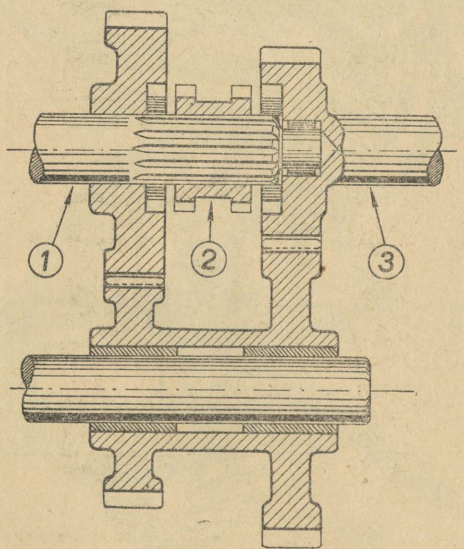
Joon. 458. Spiraalsete hammastega hammasrattad.

on alalises hambumises kahe käigu hammasrattad, mis pöörlevad erinevate kiirustega, ei saa nad olla alaliselt sidestatud veetavvõllile nuutidega, vaid pöörlevad sellel vabalt. Käigu sisselülimine toimub eri-sidestusmuhvi abil, mis seob sisselülitava alaliselt hambumises oleva käiguhammasratta veetavvõlliga.

Sidestusmuhv kujutab endast väikest hammassidurit, mis olles veetavvõlli nuutidel pöörleb koos sellega, kuid on võllisuunas nihutatav (joon. 460). Sidestusmuhvi nihutamine toimub käigukangi abil, juhtvõlli ja käigulülitushargi kaudu, samuti kui tavalisel käigukastil hammasrataste hambumisse nihutaminegi.



Joon. 459. Viiekäiguline käigukast.

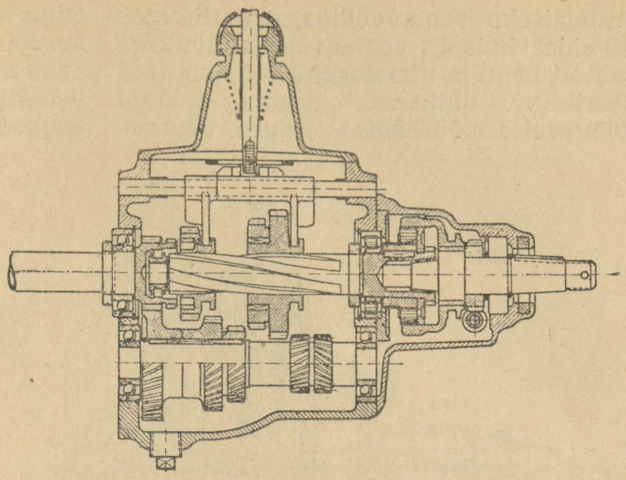


Joon. 460. Sidestusmuhvi skeem.
1 — veetavvõll, 2 — sidestusmuhv, 3 — veovõll.

Neljanda käigu saamiseks nihutatakse sidestusmuhv ühendusse neljanda käigu hammasrattas olevate sidehammastega. Kuna sidestusmuhvi läbimõõt on palju väiksem kui neljanda käigu hammasratta läbimõõt, on ka sidestushammaste kiiruste vahe sidestusmuhvi ja neljanda käigu hammasratta vahel väiksem, mistõttu sidestumine toimub vaikselt.

Viienda käigu saamiseks nihutatakse sidestusmuhv ühendusse veovõlli hammasrattaga, millega toimub veovõlli ja veetavvõlli otsesidestamine.

Kolmanda käigu saamiseks nihutatakse teise käigu hammasratas, mis on veetavvõlli nuutidel, ühendusse kolmanda käigu alaliselt hambunud hammasrattaga, mis on veetavvõllil vabalt pöörlev. Sidestumine toimub mõlematel selleks ettenähtud sidehammastega.



Joon. 461. Spiraal-hammasratastega käigukast.

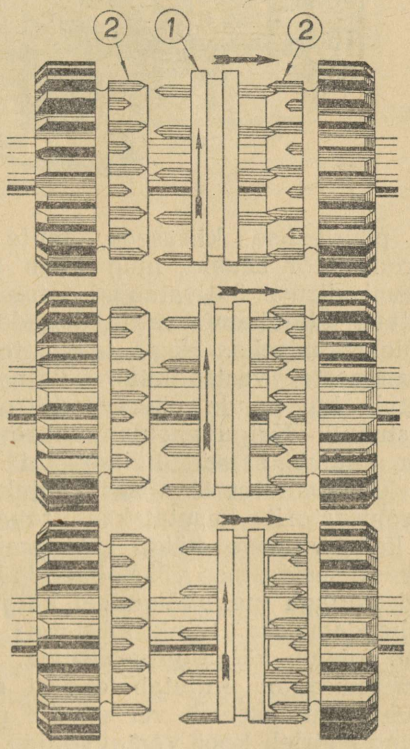
Viimasel ajal on võetud kasutamisele spiraal-hammasratastega käigukastid, kus käiguhammasrattad pole mitte alalises hambumises, vaid nihutatavad käigu sisselülimiseks, nagu tavaliselgi käigukastil. See võimaldub selle tõttu, et veetavvõllil olevad nuudid tehakse samuti spiraalsetena (joon. 461).

Kuigi käikude lülimine sidestusmuhvi abil osutus vaiksemaks kui käiguhammasrataste lülimine, ei olnud sellega sidehammaste ühinemisel tekkiv ragin käiguvahetusel täiesti välditud. Asja parandas veelgi sidestusmuhvi konstruktsiooni muutmine. Nimelt vähendati sidestusmuhvi sidehambaid poole võrra, iga teise hamba ärajätmisega, ning käiguhammasrataste küljes olev iga teine sidehammas lühendati poole võrra (joon. 462). Sidehammaste tipud aga tehti viltustena. Sellise sidestusmuhvi nihutamisel ühendusse käiguhammasratta sidehammastega puutuvad sidehambad esmajoones kokku oma viltuste otstega, mille tõttu sidehammaste erinevast pöörlemise kiirusest tekkiv löök pole nii terav. Siis nihkuvad sidestusmuhvi sidehambad käiguhammasratta sidehammaste laiemasse vahesse ning nende pöörlemise kiirus ühtlustub. Nüüd toimub sidehammaste edasine täielik ühendumine juba hääletult ja kergesti. Joonisel 463 on toodud käigukast, kus kahe viimase käigu lülimine toimub siinkirjeldatud sidestusmuhvi abil.

Kuigi siintoodud sidestusmuhvi konstruktsioon leevendab suurel määral võhiklikul või vilumatul käikude vahetamisel tekkivat sidehammaste raginat ja sellest tingitud suurendatud sidehammaste kulumist, ei saa see kunagi seda täielikult vältida, sest sidehammaste tippude vastastikune kokkupuude on siiski olemas.

Täiesti hääletult toimub käiguvahetus vaid nn. s ü n k r o n i s e e r i t u d käigukastis.

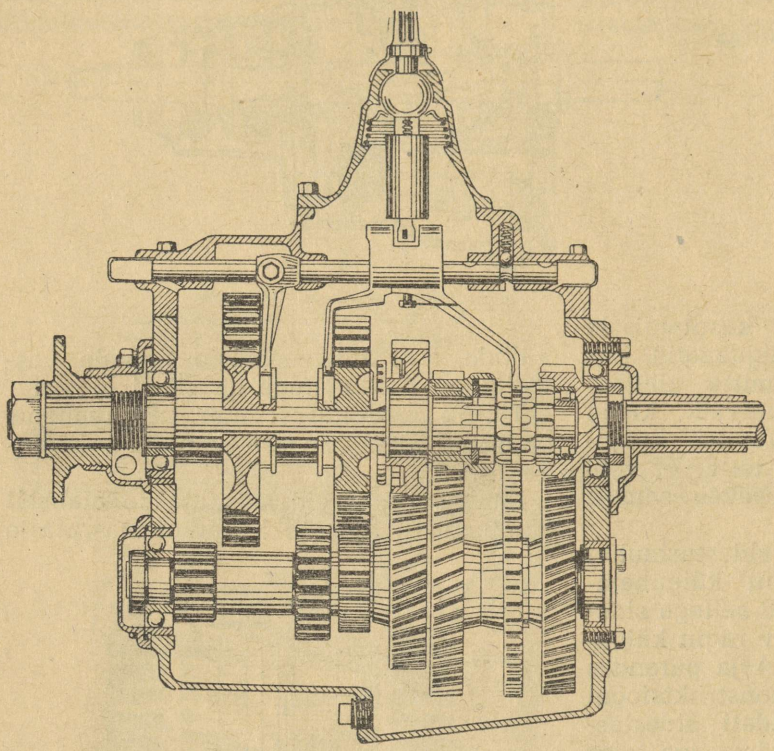
Sünkronisaatoreid kasutatakse alaliselt hambumises olevate käiguhammasrataste



Joon. 462. Soiduauto Gaz M-1 käigukasti sidestusmuhv.

1 — sidestusmuhv, 2 — käiguhammasratta sidehambad.

sidestamiseks veetavvõlliga, samuti veovõlli sidestamiseks veetavvõlliga. Sünkronisaator, nagu ta nimetuski ütleb, sünkroniseerib või ühtlustab sidestava käiguhammasratta pöörlemise kiiruse veetavmine ketas — sidurdusketas, asetseb veetavvõlli nuutidel, ning välisketas — hammaspöid, selle peal. Sise- ja välisketas on omavahel sidestatud nuutidega. Seega veetakse välisketas veetav-



Joon. 463. Käigukast kahe viimase käigu sisselülimisega sidestusmuhvi abil.

võlli pöörlemise kiirusega, mille peal sünkronisaator asubki, ning alles peale pöörlemiskiiruse ühtlustumist toimub sidestatava käiguhammasratta ühendamine jõu ülekandmiseks. Nagu teada, toimub sidehammaste vastastikune ühinemine hääletult, kui nende pöörlemiskiirus on ühtlustunud. Käiguvahetus sünkronisaatoriga toimub samuti käigukangi abil, nagu käiguvahetus tavalises käigukastis. Sünkronisaatorit kasutatakse tavaliselt vaid kahe viimase käigu sidestamiseks, s. o. kas otsesidestuse või kolmanda käigu hammasrattaga (neljakäigulisel käigukastil) ühendamiseks. Sünkronisaatori nihutamine toimub käigulülitushargiga.

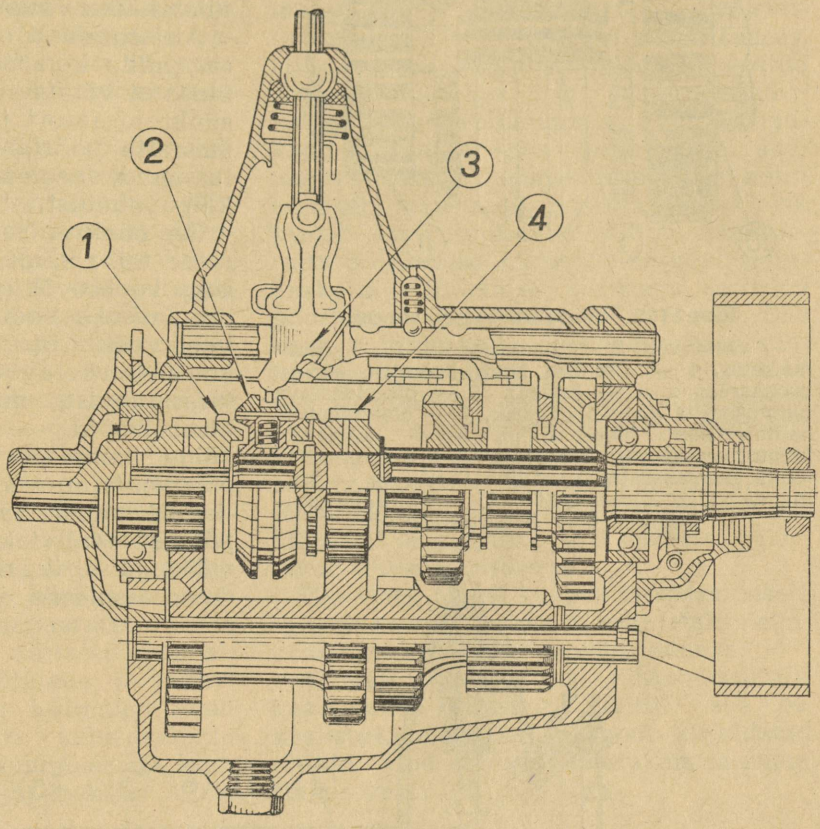
Sünkronisaator kujutab endast sidestusmuhvi, mis asetseb veetavvõlli nuutidel ning pöörleb koos veetavvõlliga, kuid on vähesel määral nihutatav võlli suunas nii ühele kui ka teisele poole (joon. 464).

Sünkronisaator koosneb kahest teineteisel asetsevast kettast, milledest sisevõlli pöörlemisel siseketta poolt kaasa, kuid välisketas on siseketta peal teljesuunas nihutatav nii ühele kui ka teisele poole. Seega on siseketas ja välisketas koos veetavvõlli nuutidel edasi-tagasi nihutatavad, kuid peale selle võib välisketast veel siseketta suhtes edasi-tagasi nihutada. Et viimast tavalises olukorras ei toimuks, on siseketta sisse asetatud 6 lukustit, millede vedru surub lukukeele välisketta õnarusse.

Peale selle on sisekettal mõlemal poolel kooniline äärik, mis on kaetud pronksrõngaga. Nende koonilisus ühtib sidestatavatel hammasratastel oleva koonilise äärikuga. Sidestatavate hammasrataste koonilise ääriku ülemisel serval on hammaspöid, mille hammaste profiil ja arv on täpselt samasugune kui väliskettal. Seega on võimalik, nihutades sünkronisaatori välisketast ühele või teisele poole, viia see sidestusse ka nende hammaspöiadega.

Neutraalasendis sünkronisaator kumbagi sidestatavat hammasratast ei puudutata (joon. 465).

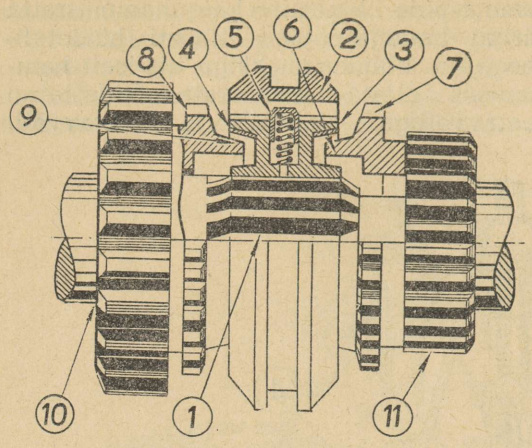
Kolmanda käigu sisselülimisel nihutatakse sünkronisaator vasakule. Sealjuures liiguvad esialgu hammaspöid ja sidurdusketas koos, sest lukustid ei lase hammaspöida sidurdusketta suhtes liikuda. Sünkronisaator nihkub niipalju vasakule, et sidurdusketta kooniline äärik satub vastu kolmanda käigu hammasratta koonilist äärikut. Nende vahel tekkiva hõõrdumise tõttu nende mõlema pöörlemise kiirused ühtlustuvad, kuni nad hakkavad pöörlema ühiselt kui üks tervik. Avaldades käigukangi abil veelgi survet sünkronisaatori vasakule nihutamiseks ületab hammaspöid lukustite vedrude pinevuse ning surub lukukeele sisse. Seega nihkub hammaspöid üksinda edasi ning satub ühendusse kolmanda käigu hammasratta koonilise ääriku peal oleva hammaspöiaga. Kuna see toimus olukorras, kus sünkronisaatori ja käiguhammasratta kooniliste äärikute pöörlemise kiirus olid täiesti ühtlustunud, toimub välisketta, s. o. hammaspöia ühinemine käiguhammasratta ääriku hammaspöiaga täiesti hääletult. Seega on kolmanda käigu alaliselt hambumises olev hammasratas sidestatud veetavvõlliga. Veovõlli ja veetavvõlli otsesidestumine toimub samuti, kuid sünkronisaatori nihutamisega paremale. Sünkronisaatoreid ehitatakse mitmesuguses konstruktiivses erinevuses, kuid töötamise põhimõte jääb ikkagi samaks. Enamikul sünkroniseeritud käigukastidel on kaks viimast käiku sünkroniseeritud, kuid leidub ka autosid, milledel on neljakäiguline käigukast kolme sünkroniseeritud käiguga või koguni kõik käigud sünkroniseeritud. Tavaliselt aga ei vaja esimene käik sünkroniseerimist, sest seda ei kasutata sõidu vältel peaaegu mitte kunagi, kuid auto paigaltvõtmiseks pole sünkroniseeritud käik oluline.



Joon. 464. Sünkroniseeritud käigukast.

1 — otsesidestus-hammasratas, 2 — sünkronisaator, 3 — käigulülitushark, 4 — kolmanda käigu hammasratas.

Sünkronisaatorite kasutamisele võtmisel kasutati neid peamiselt sõiduautodel, kuid nüüd kasutatakse neid ka veoautode käigukastidel.



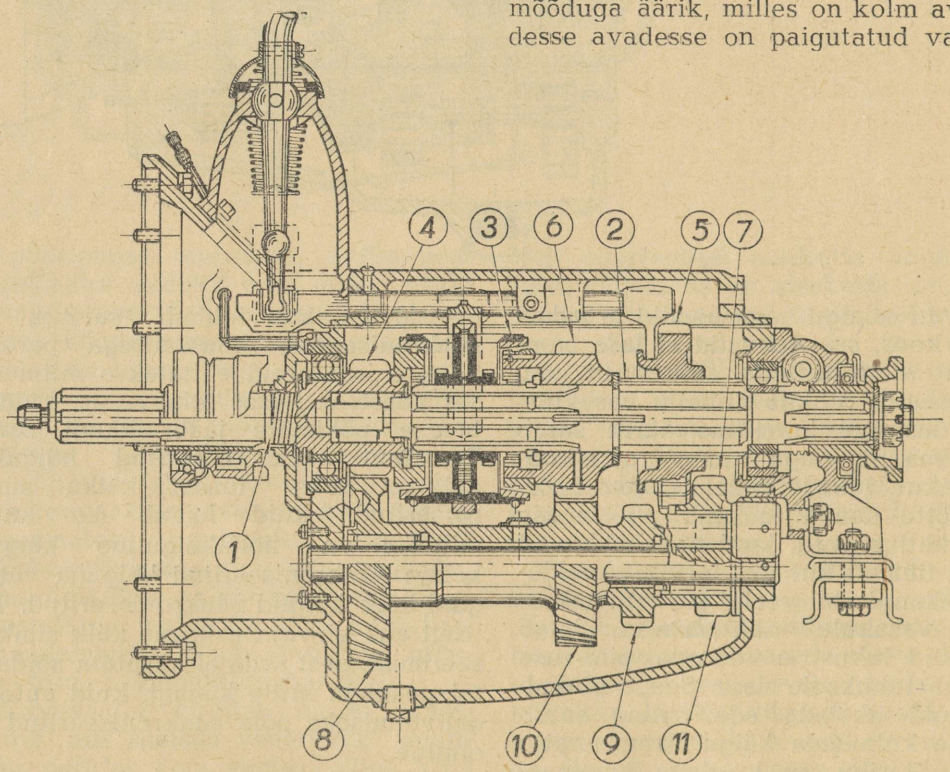
Joon. 465. Sünkronisaatori skeem.

1 — veetavvõll, 2 — hammaspöid, 3 — siderdusketas, 4 — sisemise ketta koonilise ääriku pronksrõngas, 5 — lukusti, 6 — otsesidestava hammasratta kooniline äärik, 7 — otsesidestushammasratta hammaspöid, 8 — kolmanda käigu hammasratta hammaspöid, 9 — kolmanda käigu hammasratta kooniline äärik, 10 — kolmanda käigu hammasratas, 11 — alaliselt hambumises olev hammasratas.

Sünkroniseeritud käikude vahetamist ei tohi teostada liiga äkilise liigutusega, sest siis võib juhtuda, et käigu ühendamist sunnitakse toimuma enne, kui sünkronisaatori ja käiguhammasratta pöörlemise kiirused on ühtlustunud. Seepärast tuleb käiku vahetada sujuvalt.

Alljärgnevalt olgu toodud sünkronisaator, mille konstruktsioon on selline, et üldse ei võimaldu käigu sidestumine, kui sünkronisaatori ja ühendatava käiguhammasratta pöörlemise kiirused pole ühtlustunud, seega kindlustab täiesti hääletut käiguvahetust.

See sünkronisaator (joon. 466) on määratud teise käigu hammasratta sidestamiseks veetavvõlliga ning veovõlli otsesidestamiseks veetavvõlliga, seega asetseb veetavvõlli otsa kohal. Sünkronisaator koosneb veetavvõlli nuutidel asetsevast terasmuhvist, mille mõlemas otsas on hammaspöid — üks sidestamiseks teise käigu hammasrattal oleva sisehammaspöiaga, teine veovõlli otsas oleva alalise ühenduse hammasratta sisehammaspöiaga. Muhvi keskel on suurema läbimõõduga äärik, milles on kolm ava. Nendesse avadesse on paigutatud vabalt lii-



Joon. 466. Sõiduauto Zis-101 sünkroniseeritud käigukast.

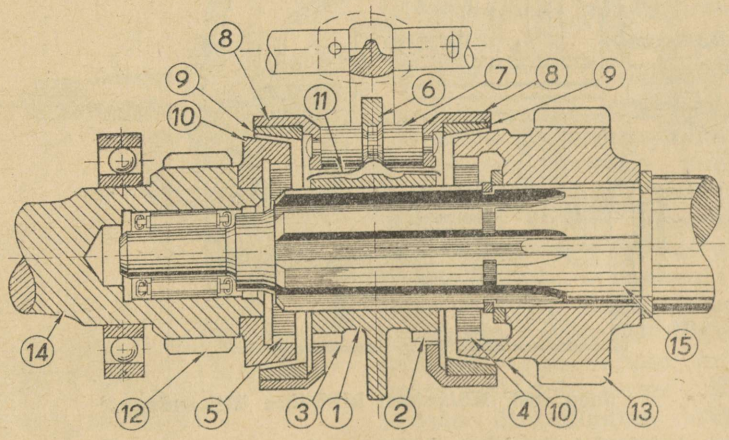
1 — veovõll, 2 — veetavvõll, 3 — sünkronisaator, 4 — alaliselt hambumises olev hammasratas, 5 — esimese käigu hammasratas, 6 — teise käigu hammasratas, 7 — tagasikäigu hammasratas, 8 — alaliselt hambumises olev vahehammasratas, 9 — esimese käigu vahehammasratas, 10 — teise käigu vahehammasratas, 11 — tagasikäigu vahehammasratas.

kuvatena kolm sõrme, millede külge on needitud sidurduskettad. Sidurduskettad on seestpoolt kaetud pronksrõngaga, millede koonilisus ühtib sidestatavate hammasrataste kooniliste äärikutega. Pronksrõngaste koonilisel pinnal on õlisooned. Sidurdusketaste hoidmiseks keskasendis muhvi suhtes on muhvi ja sõrmede vahele paigutatud vedrud, mis oma kõrgema kühmulise suuga toetuvad sõrmedesse treitud soonde.

Kui auto paigaltvõtmisel sõidab esimese käiguga, siis asetseb sünkronisaator oma neutraalasendis (joon. 467). Teise käigu sisselülimisel teostub järgmist: Kui käiguvahetamiseks sidur lahutada ja auto oma hoo tõttu edasi liigub, pöörleb veetavvõll auto hetkelisele liikumise kiirusele vastavate pööretega, sest see on seotud veoratastega. Teise käigu hammasratta pöörlemiskiirus aga langeb peale siduri lahutamist kiiresti, sest nende hammasrataste, millega ta on ühenduses, ja siduriketta pöörlemise inerts ei suuda peale siduri lahutamist pöörlemise kiirust alal hoida. Kui nüüd käigukang nihutatakse teise käigu asendi suunas, liigub sünkronisaatori muhv teise käigu hammasratta poole ning muhviga kaasa ka sõrmed koos sidurdusketastega, sest sõrmede ja muhvi vahel olev vedru oma kühmuga veab need kaasa ning viib sidurdusketta ühendusse teise käigu hammasratta koonilise äärikuga. Kuna sidurdusketas, olles seotud veetavvõlliga, pöörleb auto hoole vastava kiirusega, teise käigu hammasratas aga aeglasemalt, siis tekib sidurdusketta ühinemisel teise käigu hammasratta koonilise äärikuga väike sidurdusketta pöördnihkumine sünkronisaatori muhvi suhtes niipalju, kui seda võimaldab muhvi äärikus olevate avade suurus, mille servad nihkuvad sõrmede treitud soonde. Sellega on sünkronisaatori muhvi edasine liikumine, kuigi käigukang surutakse teise käigu asendi suunas teise käigu hammasratta poole, automaatselt lukustatud. See lukustatud olek kestab seni, kuni teise käigu hammasratta pöörlemise kiirus on ühtinud sidurdusketta pöörlemise kiirusega ja need pöörlevad koos nagu üks tervik. Siis kaob sidurdusketta pöördnihkumine sünkronisaatori muhvi suhtes ja sünkronisaatori muhv on vaba ning liigub käigukangiga surumisel teise käigu hammasratta poole, kuni muhvi ja teise käigu hammasratta sidestushammaspöidade ühinemiseni, mis nüüd toimub täiesti hõlpsasti ja müratult, sest mõlemad pöörlevad ühtlase kiirusega.

Üleminek teiselt käigult otseühendusele toimub samuti, kuid siin nihutatakse sünkronisaatori muhvi veovõlli suunas.

Viimati kirjeldatud sünkronisaatorit kasutatakse sõiduautol Zis-101; see on käsitsuskindlam kui eespool kirjeldatud tüübid, kuid ehituselt keerukam ja enam ruumi vajav.



Joon. 467. Zis-101 sünkronisaator.

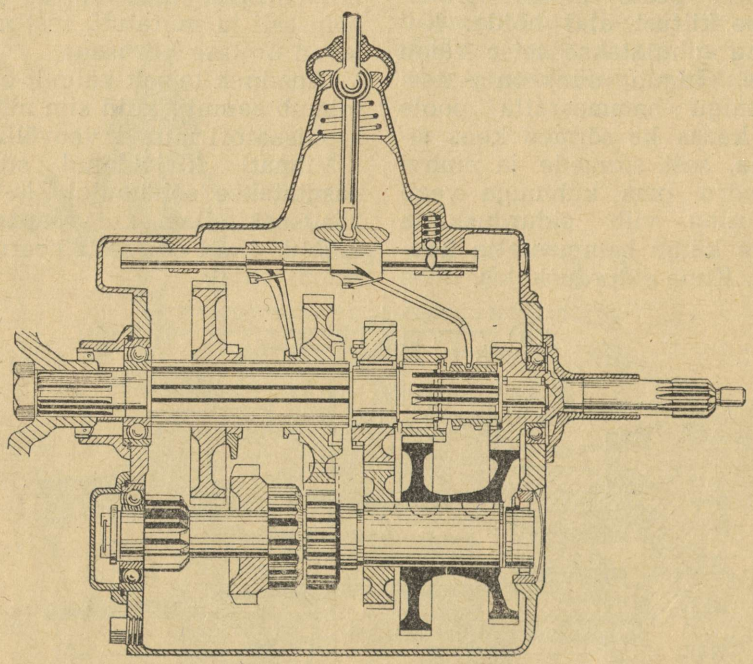
1 — sünkronisaatori muhv, 2 — sünkronisaatori muhvi hammaspöid sidestamiseks teise käigu hammasratta sisehammaspöiaga, 3 — sünkronisaatori muhvi hammaspöid sidestamiseks alaliselt hambumises oleva hammasratta sisehammaspöiaga, 4 — teise käigu hammasratta sisehammaspöid, 5 — alaliselt hambumises oleva hammasratta sisehammaspöid, 6 — sünkronisaatori muhvi äärik, 7 — sünkronisaatori sõrm, 8 — sidurdusketas, 9 — sidurdusketta hõõrdepind, 10 — hammasratta kooniline äärik, 11 — vedru, 12 — alaliselt hambumises olev hammasratas, 13 — teise käigu hammasratas, 14 — veovõll, 15 — veetavvõll.

Säästkäik ja vabajooks

Auto sõidab sageli olukordades, kus pole vajalik mootori täisvõimsuse kasutamine. Näiteks headel teedel sõites pole saavutatud täiskiiruse alalhoidmiseks vajalik mootori täisvõimsus või tühja veoautoga sõites pole vajalik mootori täisvõimsust täiskiiruse alalhoiuks.

Selleks, et auto saaks liikuda täiskiirusega osalise mootori võimsuse vähendamisel, ehitatakse käigukasti üks lisapaar hammasrattaid, millede hambumisel veetavvõll pöörleb kiiremini kui veovõll, või asetatakse käigukasti taha lisa-hammasratta ülekandeseade. Nimetatud lisa-hammasrataste paar või lisa-hammasratta ülekandeseade nimetatakse s ä ä s t k ä i g u k s või k i i r k ä i g u k s. Õigemini säästkäik, sest selle mõte pole mitte auto sõidukiirust suurendada, vaid sama kiiruse juures mootori pöörded alla viia, et sellega säästa mootori kulumist ja kütusekulu.

seade, mis on monteeritav tavalise käigukasti taha. Sidestusmuhvi parempoolses asendis on säästkäik otsesidestatud ning seega tööst välja lülitud. Sidestusmuhvi vasakpoolses asendis toimub mootori veojõu ülekandmine säästkäigu lisa-hammasratta ülekande kaudu. Säästkäiguseadme hammasrataste läbimõõdu vastava valikuga saavutatakse säästkäiguseadmest väljuva võlli suurem pööreteарv kui käigukastist sellesse suubuva võllil. Selle säästkäiguseadmega saavutatakse tegelikult käigukasti käikude arvu kahekordistamist, sest säästkäiku on võimalik kasutada iga käigukasti käigu juures. Seade on käsitsetav jõuvankrijuhi käe ulatuses asuva säästkäigukangiga. Selle käsitsemine on poolautomaatne selles mõttes, et esiteks, säästkäigu sisse- ja väljalülimisel pole vaja sidurdada, ja teiseks, säästkäigukangi üleviimisel sisselülitud või väljalülitud asendisse paisatakse ümber ja pinetatakse säästkäiguseadme sidestus-



Joon. 468. Käigukast kiirkäigu ülekandega.

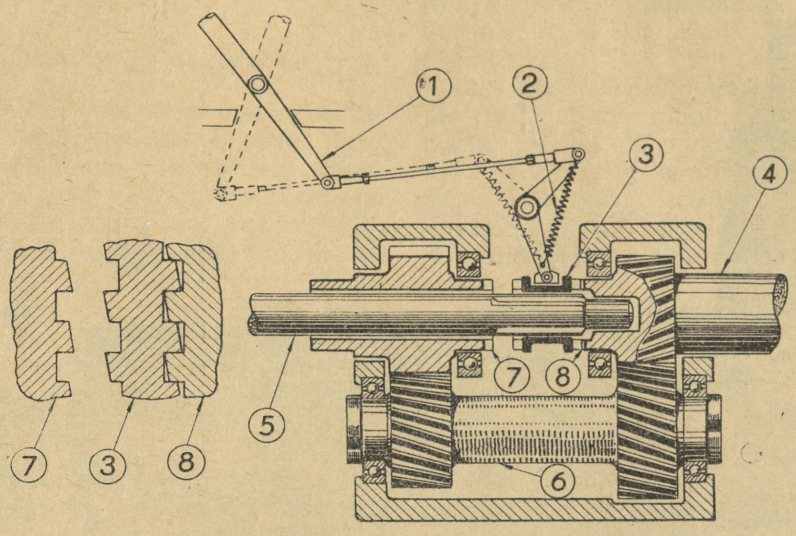
Joonisel 468 on toodud käigukast, kus neljas käik saadakse veovõlli ja veetavvõlli otsesidestamisega, viies käik aga on säästkäik, kus vahehammasratas on suurema läbimõõduga kui käiguhammasratas.

Joonisel 469 on toodud säästkäigu-

muhvi hoova küljes olevat vedru. Sellega pole aga veel säästkäik sisse- või väljalülitud, vaid käigulülitus toimub automaatselt, pinetatud vedru tõmbel, niipea kui jalg gaasipedaalilt vabastatakse, sest siis kaob sidestusmuhvi hammastelt ülekantava mootori veojõu surve ning see

vabaneb üleminekuks vedru tõmbel teise asendisse.

dub pedaali paigalpüsimine sel ajal, kui ratas sõidab omal hool.

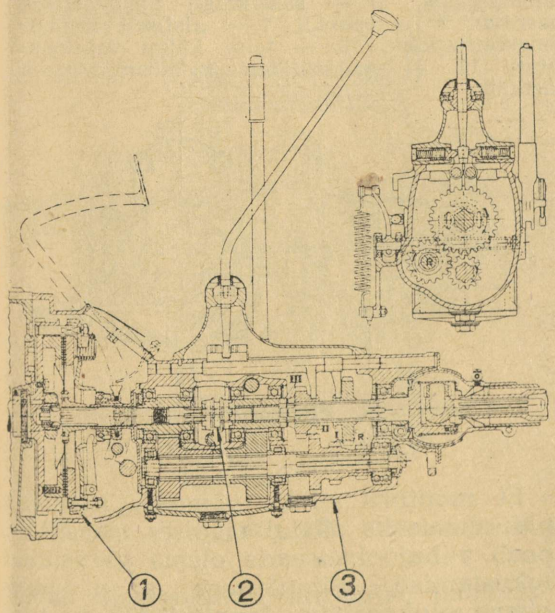


Joon. 469. Säästkäik.

1 — säästkäigukang, 2 — vedru, 3 — sidestusmuhv, 4 — veovõll, 5 — veetavvõll, 6 — säästkäigu hammasrattaplokk, 7 — säästkäigu hammasratta sidestushammaspöid, 8 — veovõllihammasratta sidestushammaspöid.

Joonisel 470 on toodud säästkäiguseade, mis on ehitatud siduri ja käigukasti vahele. Joonisel 471 on toodud säästkäik käigukasti taga.

Vabajooks on igale jalgrattaga sõitjale tuntud kui seade, mille abil võimal-



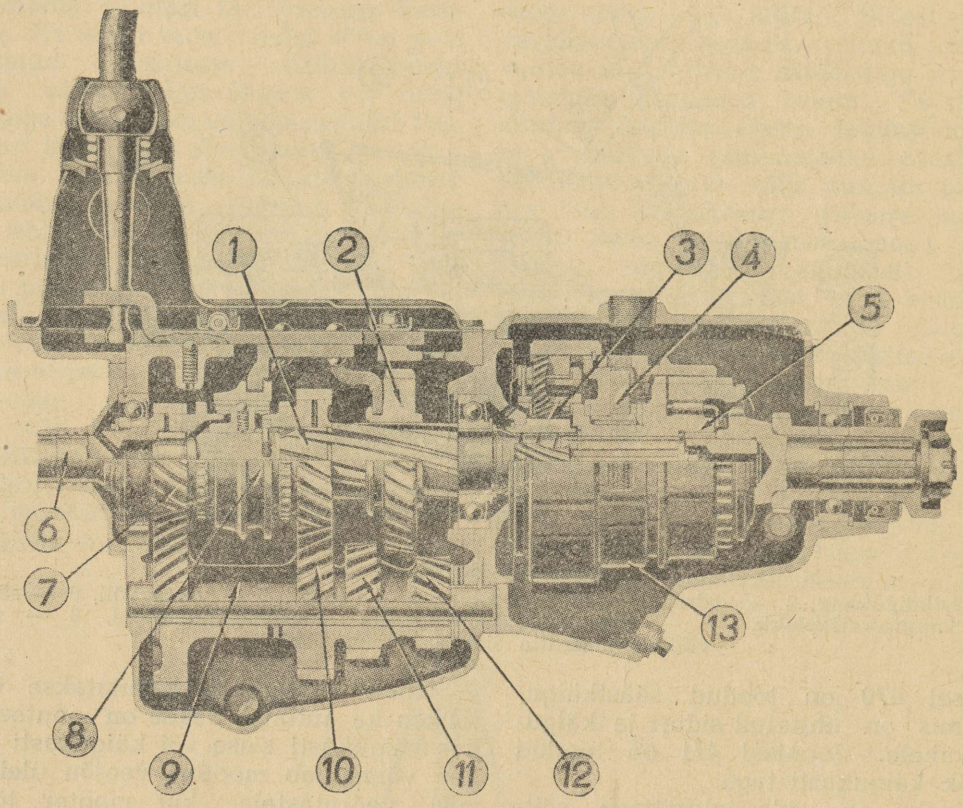
Joon. 470. Säästkäik siduri ja käigukasti vahel.
1 — sidur, 2 — säästkäik, 3 — käigukast.

Samaks otstarbeks kasutatakse vabajooksu ka autodel. Seade on monteeritud kas käigukasti sisse või käigukasti taha. See võimaldab mootori veojõu ülekandmist veoratastele, kui mootor töötab koormusel. Kui aga jalg gaasipedaalilt ära võtta ja auto veereb oma hoo tõttu edasi või näiteks liigub mäest alla, lahutab vabajooks mootori veoratastest ning veorattad ei saa mootori väntvõlli pöörata.

Joonisel 472 on toodud vabajooksu töötamise põhimõte. Selle sisemine ketas on seoses mootori poolega ja väline ketas veoratastega. Mõlema ketta vahele kitseneva kujuga õõnsusesse on paigutatud terasest sidurdusrullikesed, mida vedru surub kitsenevale poolele. Kui mootor annab jõudu üle veoratastele, siis surutakse sidurdusrullikesed tugevasti mõlema ketta vahele, mille tõttu väline ketas pöörleb kaasa. Kui aga mootori veojõu ülekandmine lakkas ja väline ketas pöörleb kiiremini kui sisemine, ei saa väline ketas sisemist kaasa vedada, sest sidurdusrullid satuvad laiemasse kohta ja jõu ülekandmine väliselt kettalt sisemisele ei saa toimuda — auto liigub vabajooksul.

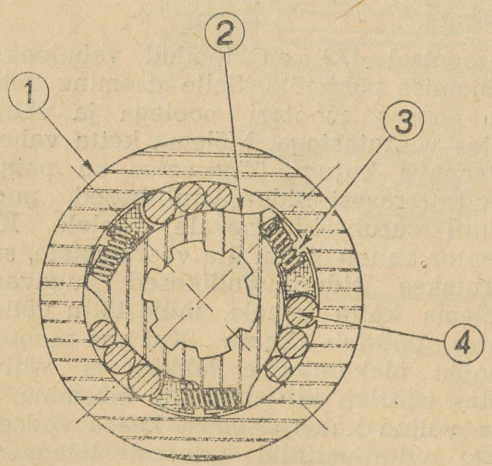
Vabajooksul on rida hüvesid. Näiteks

pole vaja sidurit lahutada käiguvahetamisel, vaid piisab jala äravõtmisest gaasipedaalilt. Mootori kuluvus on natuke väiksem, sest mootori pöörete arv sama teekonna ärasõiduks on väiksem.



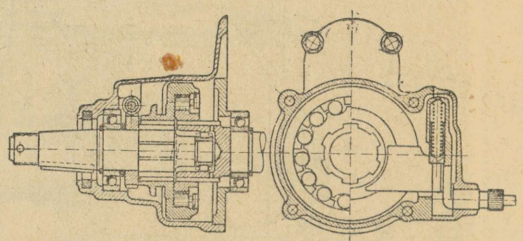
Joon. 471. Säästkäik tagapool käigukasti.

1 — veetavvõll, 2 — esimese ja tagasikäigu hammasratas, 3 — säästkäigu hammasratas, 4 — säästkäigu lülija, 5 — otsesidestuse hammasratas, 6 — veovõll, 7 — alaliselt hambuv hammasratas, 8 — sünkronisaator, 9 — vahehammasrattaplokk, 10 — teise käigu vahehammasratas, 11 — esimese käigu vahehammasratas, 12 — tagasikäigu vahehammasratas, 13 — säästkäik.



Joon. 472. Vabajooks.

1 — väline ketas, 2 — sisemine ketas, 3 — vedru, 4 — sidurdusrullid.



Joon. 473. Plokeeritav vabajooks.

Et mootorit oleks võimalik kasutada pidurdamiseks sõidul mägises maastikus, peab vabajooksuseade olema varustatud lukustamise võimalusega, s. o. peab olema plokeeritav. Joonisel 473 on toodud selline vabajooksuseade. Siin on selleks vabajooksu sise- ja väliskettad

telje suunas nihutatavad, millega siseketas sidestab veo- ja veetavvõlli oma nuutidega.

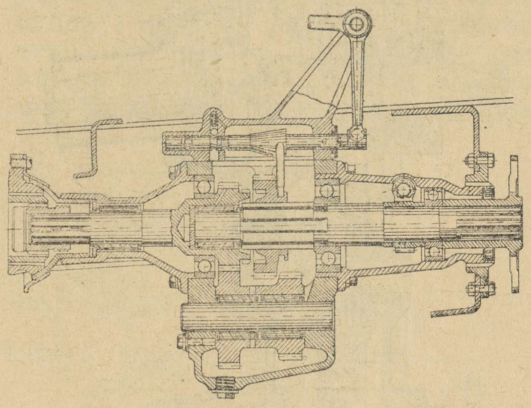
Demultiplikaator ja jaotuskast

Demultiplikaator või aeglustaja kujutab endast väikest, tavaliselt kahekäigulist käigukasti, mis asetatakse auto käigukasti taha või ehitatakse sellega kokku. Selle ülesanne on lisaks auto esimesele käigule veel ühe hammasratta-ülekande võrra aeglustada auto sõidukiirust ning vastavalt sellele tõsta selle veojõudu. Demultiplikaator lülitakse jõu ülekandeseadmesse eriti rasketes veotingimustes, kus auto edasiliikumiseks esimese käigu veojõust ei piisa. Näiteks sõidul liivasel või pehmel teel, sügavas mudas, järelveetava raskuse pukseerimisel jne. Demultiplikaatori tegevusse lülimine toimub samuti käigukangi abil, mis asetseb juhiruumis käepäraselt juhile. Joonisel 474 on toodud kahekäiguline demultiplikaator, kus otseühendus saadakse veetavvõllil asetseva käiguhammasratta sidestamisel veovõlliga, aeglustav käik aga sama hammasratta hambudes aeglustavasse vahehammasrattasse.

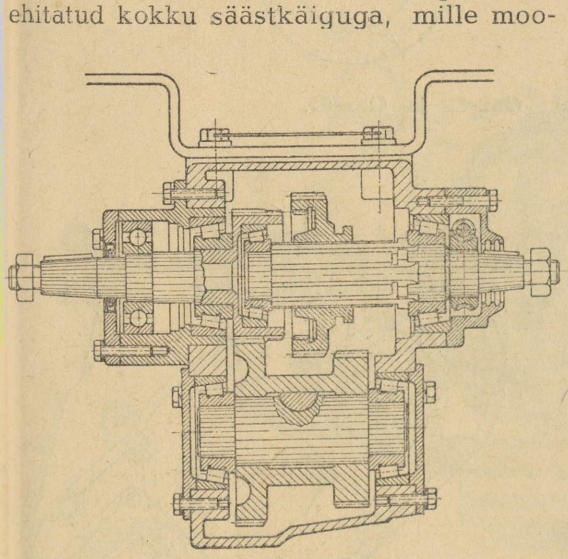
Mõnedel autodel on demultiplikaator ehitatud kokku säästkäiguga, mille moodustab sisseehitatud kiirendav hammasratas-ülekanne.

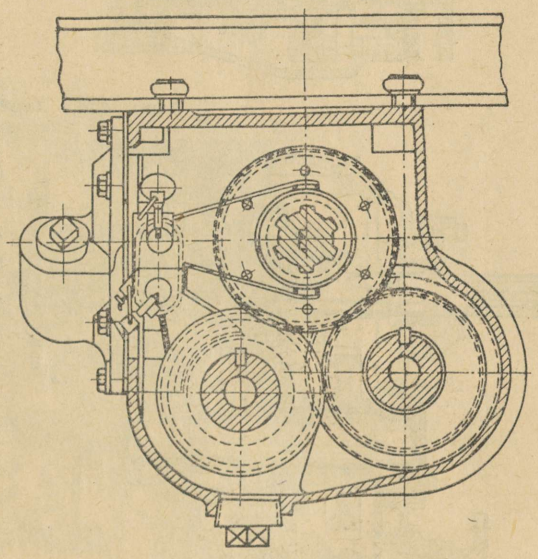
Joonisel 475 on toodud demultiplikaator, mis peale otsesidestuse ja ühe aeglustava käigu omab üht aeglustavat tagasikäiku. Lülides sisse demultiplikaatori aeglustava tagasikäigu on võimalik autoga sõita tagurpidi iga käigukasti edasikäiguga.

Jaotuskasti kasutatakse autodel, kus jõu ülekandmine mootorilt ei toimu mitte ühele veoteljele, vaid kahele või kolmele veoteljele. Jaotuskast kinnitatakse auto käigukasti külge või on sellega kokku ehitatud. Jaotuskasti abil toimub jõu ülekandmine käigukasti veetavvõllilt teisele veoteljele.



Joon. 474. Veoauto Gaz-AA demultiplikaator.





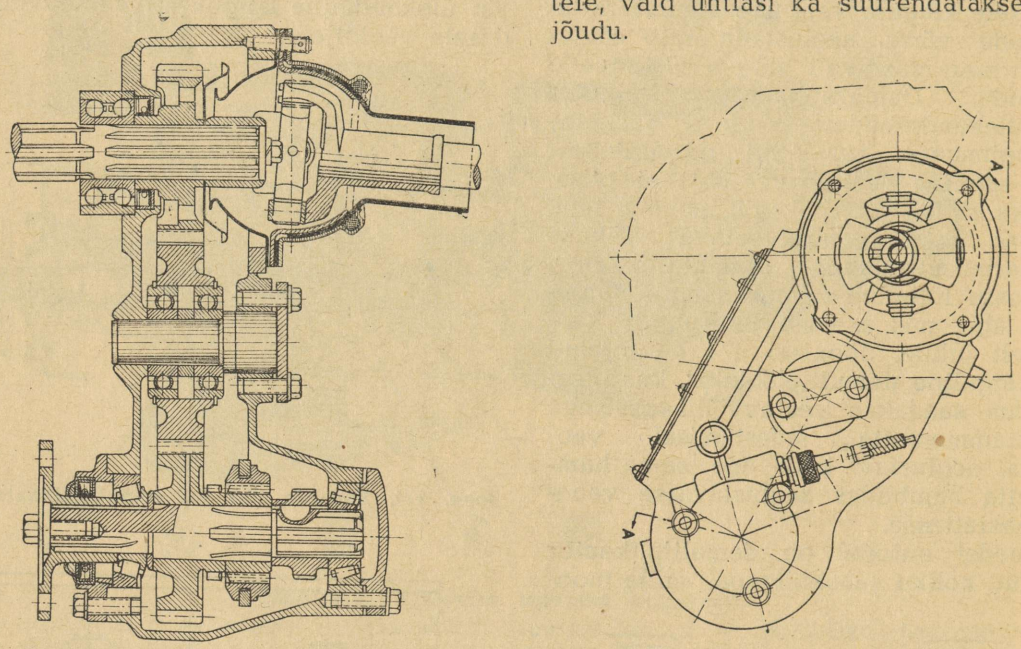
Joon. 475. Veoauto Zis-6 tagasikäiguga demultiplikaator.

Kaheteljelistel autodel, kus nii eeskui ka tagatelg on veoteljed, toimub jõu ülekandmine käigukasti veetavvõllilt otseselt tagateljele, kasutatakse

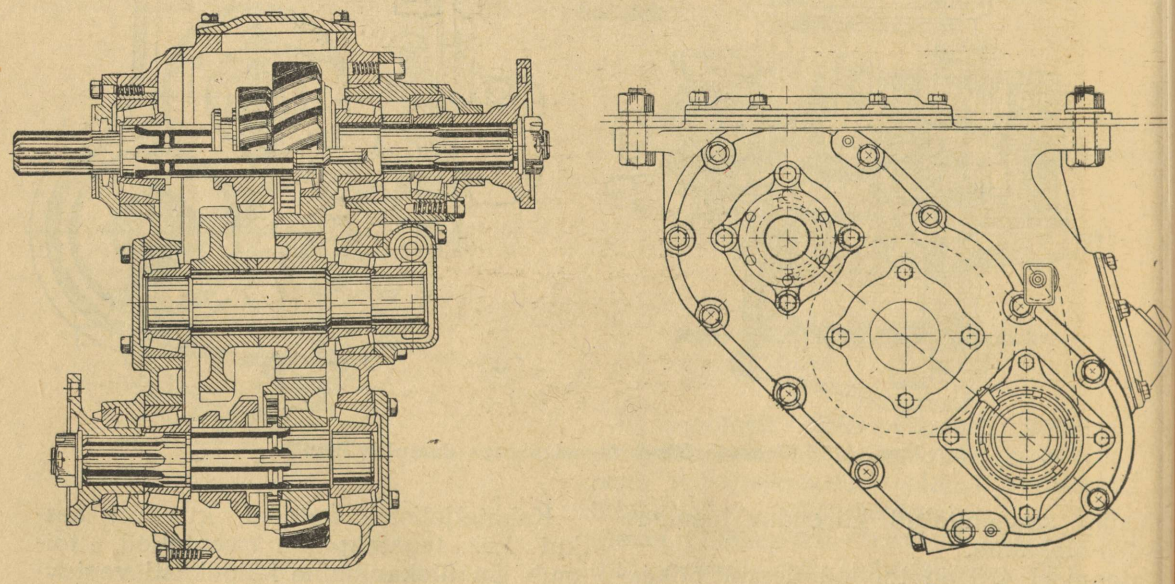
jaotuskasti veojõu ülekandmiseks käigukasti veetavvõllilt eesteljele. Tavalises sõidukorras toimub jõu ülekandmine auto edasisõiduks vaid tagatelje kaudu, et säästa jõu ülekande mehhanismi ja rehvide kulu. Rasketes veo- ja sõidutingimustes, maastikusõidul, lumistel ja jäätunud teedel aga lülitakse jaotuskasti abil ühendusse ka eestelg. Seega toimub mootori veojõu üleandmine kõigile neljale rattale või kolmeteljelisel koguni kuuele rattale. See suurendab libedates teeoludes sõidukindlust, teel püsivust ja edasijõudmist.

Joonisel 476 on toodud veoauto Gaz-61 ja Gaz-67 jaotuskast.

Mõnedel autodel ehitatakse jaotuskast demultiplikaatoriga kokku. Joonisel 477 on toodud selline jaotuskast-demultiplikaator, mida kasutatakse autol Zis-32. Selle seadme abil mitte ainult ei anta mootori veojõud edasi kõigile veoratastele, vaid ühtlasi ka suurendatakse veojõudu.



Joon. 476. Jaotuskast Gaz-61 ja Gaz-67.



Joon. 477. Kokkuehitatud jaotuskast ja demultiplikaator Zis-32.

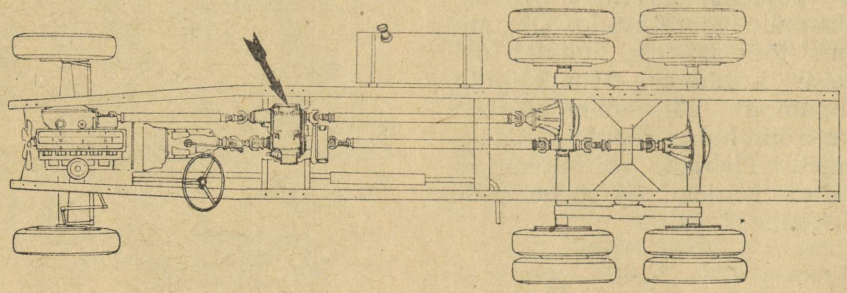
Jaotuskasti tegevusse rakendamine toimub tavaliselt kahe käigukangi abil, milledest üks on määratud käigu lülimiseks ning teine eestelje ühendusse lülimiseks ja lahutamiseks, kusjuures käigu lülimiseks tuleb sidur lahutada nagu käigukasti käigu lülimiselgi. Eestelje ühendusse lülimine võib aga toimuda sidurit lahutamata, sest eesteljeni suunduva kardaanvõlli otsas oleva hammasratta pöörlemise kiirus ja käigukasti veetavvõlliga ühenduses oleva hammasratta pöörlemise kiirus, mille hammasrattad viiakse eestelje sisselülimisel hambumisse, pöörlevad peaaegu võrdse kiirusega.

Joonisel 478 on toodud jaotuskasti-demultiplikaatori asend kolmeteljelisel veoautol.

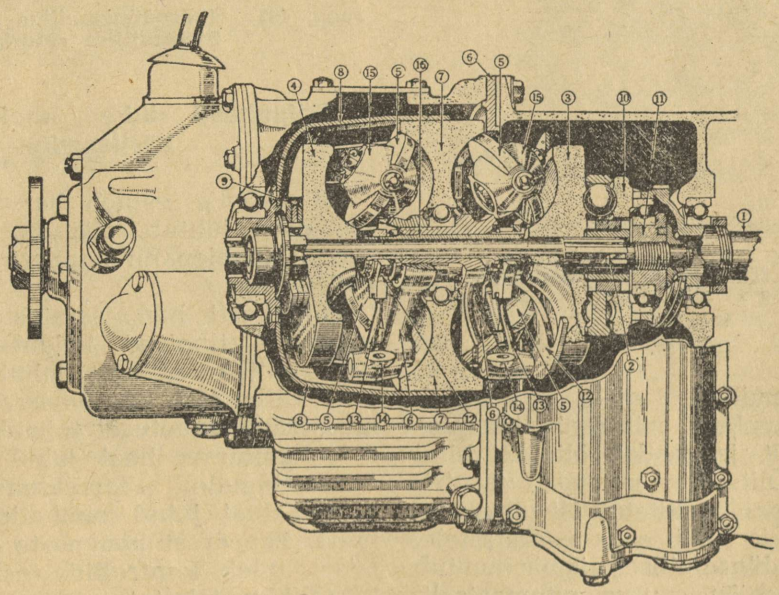
Käigukastide eritüübid

Otsides teid käigukastiseadmete töötamise parendamiseks on leiutatud terve rida käigukastide eritüüpe, kus on rakendatud mitmesuguseid töötamise põhimõtteid.

Teatavasti toimub veojõu ülekandmine käigukasti abil astmeliselt vastavalt käiguhammasrataste ülekannete arvule, kusjuures ühelt astmelt üleminek teisele on seotud jõu ülekandmise katkestamisega. Astmeline üleminek ja veojõu katkestamine käikude vahetamisel ei võimalda mootori pidevat täisvõimsust rakendada ning on seotud kütuse asjata kuluga. Et seda säästa ja tõsta auto keskmist sõidukiirust, on võetud kasutamisele



Joon. 478. Jaotuskasti-demultiplikaatori asend veoautol.



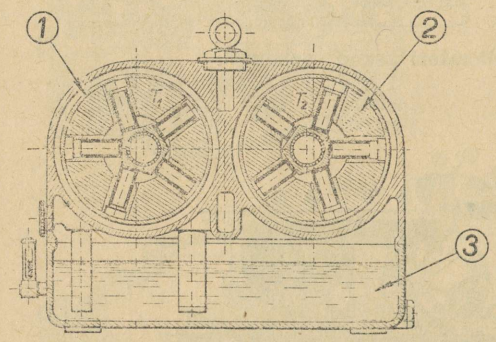
Joon. 479. Astmetu käigukast mehaanilise ülekandega.

1, 2 — veovõll, 3, 4 — veoketas, 5 — hõõrderull, 6 — pöördehoova tugi, 7 — veetav ketas, 8 — veetava ketta kest, 9 — veetavvõll, 10 — tugilaager, 11 — tugilaagri mutter, 12 — pöördehoova tõukemuhv, 13 — pöördehoob, 14 — pöördehoova laager, 15 — hõõrderulli hoidja, 16 — veetava ketta puss.

astmetud ajamid, mis töötavad mehaaniliselt, hüdrauliliselt või elektriliselt.

Joonisel 479 on toodud üks selline ajam, kus jõu ülekandmine toimub mehaaniliselt pöörlevate ketaste kaudu, millede kaldsus määrab autosõidu kiiruse. Nende ketaste kaldsuse muutmine toimub automaatselt, vastavalt auto sõidutakistusele. Kuna aga sellise ajami mehaaniline kulumine on väga suur ning see on ehituselt keerukas ja kallis, pole nad palju kasutamisel.

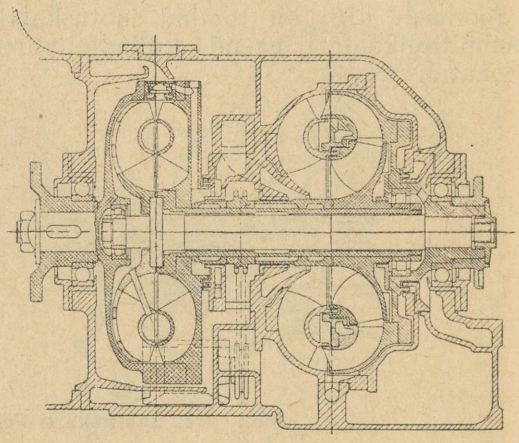
Hüdraulilised ajamid ehitatakse kas hüdrostaatilistena või hüdrodünaamilistena. Hüdrostaatilised ajamid ehitatakse õli kolbpumbana, mis saades liikumise auto mootorilt, imevad õli õlitagavaranõust ja suruvad seda õlimootorisse (joon. 480). Õlimootoris muudetakse õli rõhuenergia veojõuks, mis õlimootori võlli kaudu antakse üle veoratastele. Õli, mis mootoris oma töö ära tegi, voolab õlitagavaranõusse korduvaks ringkäiguks tagasi. Õlipumpa või õlimootorisse juurdeantava õli hulga reguleerimisega muutub õlipumba õli rõhk või õlimootori poolt arendatav veojõud — seega selle ajami jõuülekanne.



Joon. 480. Hüdrostaatiline käigukast.
1 — õlipump, 2 — õlimootor, 3 — õli tagavaranõu.

Hüdrodünaamiline ajam koosneb tsentrifugaalpumbast, mis saab liikumise auto mootorilt ja saadab õli õliturbiini (joon. 481). Õliturbiin muundab tsentrifugaalpumba poolt tekitatud õli rõhuenergia veojõuks ja juhib seda veoratastele. Sellises hüdrodünaamilises ajamis muutub ülekantava veojõu suurus automaatselt, sõltuvalt tsentrifugaalpumba ja õliturbiini pöörlemiskiiruse vahest.

Elektriline ajam koosneb alalisvooludünamost, mis saab liikumise auto mootorilt. Saadav elektrienergia juhitakse alalisvoolumootorisse, kust veojõud antakse üle veoratastele. Alalisvoolumootori pöörete arvu on võimalik reostaadi vahelelülimisega suurtes piirides muuta, millega võimaldubki auto kiiruse ja veojõu muutmine. Elektrilist ajamit kasutatakse peamiselt autobustel, mis liiguvad sagedaste peatustega. Sellega väheneb mehaaniliselt kuluvate seadmete arv. Elektrimootorite asetamisega otsesse seosse veoratastega saavutatakse mehaaniliselt kuluvate seadmete arvu vähenemist veelgi. Harvemini varustatakse elektriliste ajamitega raskeveoautod.



Joon. 481. Hüdrodünaamiline käigukast koos hüdraulilise siduriga.

Käigukasti rikked, hooldamine ja käsitsemine

Käigukastis esineb harva rikkeid, ja kui neid juhtub, siis on see tavaliselt seotud tähelepanu haarava raginaga või undamisega.

Käigukasti hammasrataste ragin pole tavaliselt tingitud käigukastist endast, vaid mittekorralikult lahutatavast sidurist, mille tõttu hammasrataste hambumine käiguvahetusel toimub jõu ülekandel, kusjuures heal juhul toimub vaid hambatippude ebamäärane kulumine, kuid halval juhul hambatippude murdumine. Seepärast hammaste ragina ilmnemisel tuleb kontrollida esijoones siduri korralikku lahutatavust.

Käigukasti hammasrataste undamine esineb peamiselt kulunud hammasrataste puhul, kus hambumisel ei toimu enam hammaste rullumine üksteisel, vaid ham-

mastevaheline libisemine. Sama võivad põhjustada kulunud võllide laagrid, mistõttu hambad ei hambu määratud asendis.

Paindunud käigukastivõll põhjustab samuti käigukasti undamist, kuid see erineb eelmisest perioodiliselt muutuva tugevusega, mis on taktis paindunud võlli pöörlemisega.

Paindunud käigukang või käiguvahetushark põhjustab raskendatud käiguvahetust või ei lase lülida hammasrattaid täielikku hambumisse.

Sisselülitud käik ei püsi hambumises — see on rike, mis esineb kulunud käigukastil. Siin on põhjuseks lukusti vedru murdumine või nõrgenemine või kulunud lukukeel ja õnarus.

Hammaste purunemine esineb harva ülekoormuse, peamiselt aga mõne mahamurdunud hambakillu tõttu, mis satub hammasrataste vahele. Alati aga ei purune hammasrattad vahelesattunud hambatükikese tõttu, vaid plokeeruvad. Plokeerumine esineb ka siis, kui mõne rikke tõttu on kaks käiku korraga sattunud hambumisse.

Käigukasti hooldamine seisneb peamiselt õigeaegses õlivahetuses ja õlinivoo kontrollis.

Käigukasti käsitsemine nõuab teatud vilumust ja kokkukasvamist kasutatava autoga. Hammaste ragina vältimiseks tuleb aeglasemalt käigult üle minnes kiiremale käigule käigukang hetkeks peatada vabakäigul, mis annab hammasratastele aega pöörlemiskiiruse ühtlustamiseks, mille järel kiirema käigu sisselülimine toimub hääletult. Kiiremalt käigult üleminekul aeglasemale on soovitav kaks korda sidurdada ning anda vahegaasi. Seda tehakse järgmiselt: lahutatakse sidur ja asetatakse käigukang vabakäigu asendisse, ühendatakse sidur vaid hetkeks ja lisatakse gaasi ning lahutatakse sidur aeglasemat käiku sisse lülides. Vahegaasi andmisega ühtlustatakse hammasratta kiirused, mistõttu hammasrataste hambumine toimub hääletult.

Arusaadav, et sünkroniseeritud käigukastil need võtted on üleliigsed.

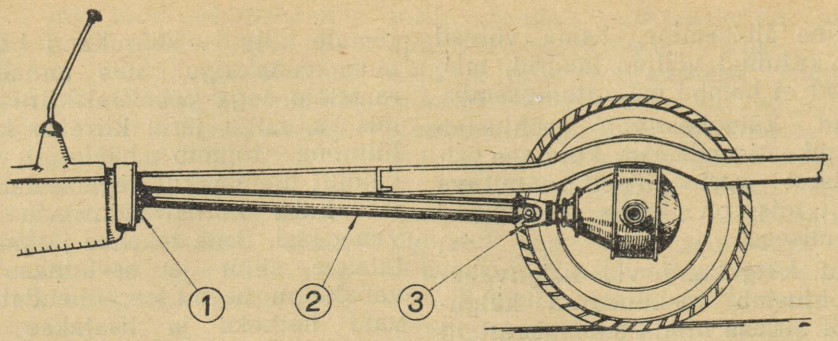
Käigu sisselülimist ei tohi iialgi teostada jõuga, vaid see peab toimuma täiesti vabalt ja kergelt. Mitte alustada sõitu kiirema käiguga või üle minna kõige aeglasemalt käigult kõige kiiremale ilma vahepealsete käikude kasutamiseta. Auto kiirus üle viia aeglaselt käigult kiiremale sujuvalt, ilma järskude hüpeteta või tõugeteta, kusjuures aeglastel käikudel mitte kauem sõita, kui see tingimata järgmisele käigule üleminekuks on vajalik. Tagasisõidukäiku mitte varem sisse lülida, kui auto täielikult seisab. Peale käiguvahetust sidur sujuvalt tagasi lasta, et ei tekiks asjatuid hammasrataste järske lööke.

KARDAANLIIGENDID JA KARDAANVÕLL

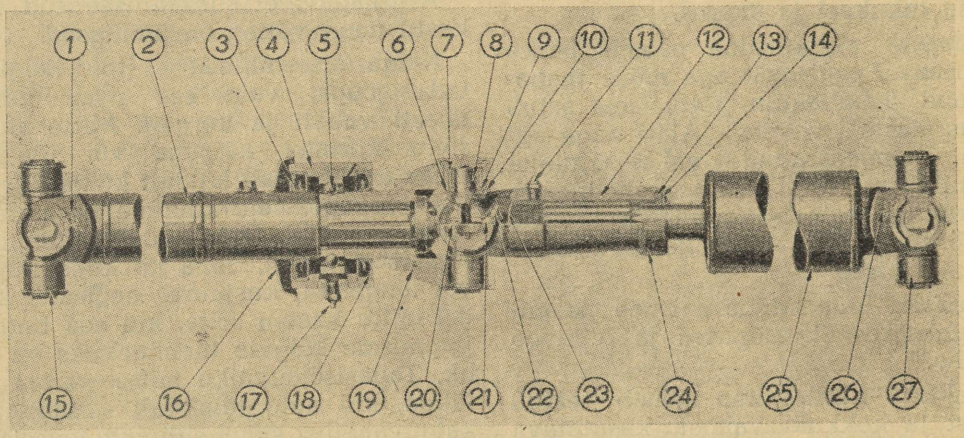
Käigukasti veetavvõllilt toimub mootori veojõu ülekandmine kardaanvõlli kaudu auto tagasillas asetsevale peaajamile ning sealt veoratasteni. (Ehitatakse aga ka autod esirataste veoga, mis puhul mootori veojõud kantakse üle eesveosilla peaajamile.) Selleks kinnitatakse kardaanvõll oma eesotsaga käigukastist väljuva veetavvõlli otsa külge ning tagaotsaga peaajamivõlli külge (joon. 481-a).

Kuna käigukast koos mootoriga asetsevad suuremal osal autodel peaajamist kõrgemal, tuleb kardaanvõll asetada kaldega peaajami suunas. Et võimaldada jõu ülekandmist kõrgemal asetsevalt horisontaalselt võllilt kallakvõlli kaudu madalamal asetsevale horisontaalsele võllile, kusjuures kallakvõlli kaldsus on pealegi veel muutuv, sõltuvalt auto raami õõtsumisest, mida võimaldavad raami ja tagasilla vahele asetatud vedrud, auto rataste veeremisel konarlikel teedel sõites, peab kummassegi kardaanvõlli otsa olema paigutatud painduv ühenduslüli, mis võimaldab jõu ülekandmist igasugusel kardaanvõlli kaldsusel. Sellist ühenduslüli nimetatakse kardaanliigendiks.

Kardaanliigendid ehitatakse peamiselt kahte tüüpi: a) šarniirsed kardaanliigendid ja b) elastsed kardaanliigendid. Esimestega võimaldub jõu ülekandmine, nurgi ristlevate võllide kaudu võllide vahele asetatavate šarniiride tõttu, teistega võllide vahele asetatava elastse materjali tõttu.



Joon. 481-a. Kardaanvõlli asend.
1 — elastne kardaanliigend, 2 — kardaanvõll, 3 — šarniirne kardaanliigend.

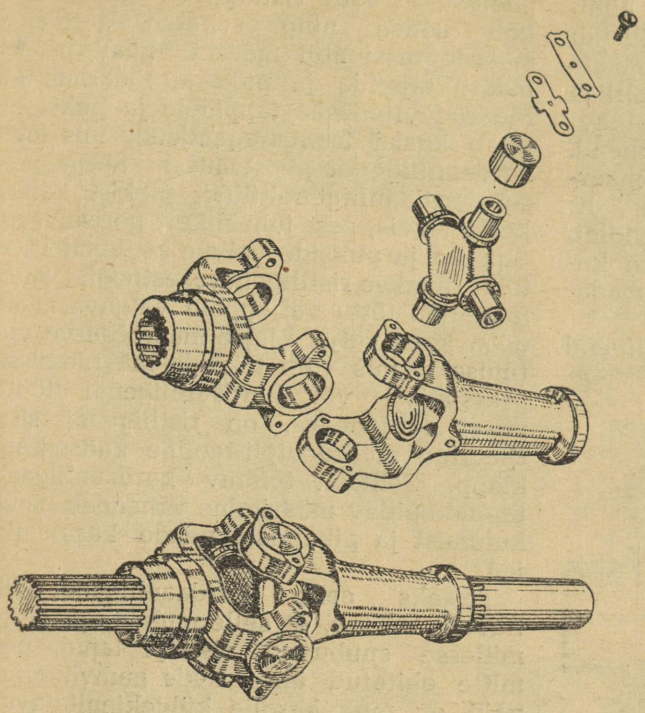


Joon. 481-b. Kardaanvõll ja kardaanliigend.
1 — määrdenippel, 2 — vahevõll, 3 — tugilaagri õlitihend, 4 — tugilaagri tugi, 5 — tugilaager, 6 — kardaanliigendi seib, 7 — kardaanliigendi nõellaager, 8 — kardaanliigendi risttapp, 9 — kardaanliigendi laagri otsarõngas, 10 — laagri porikaitse, 11 — määrdenippel, 12 — kardaanliigendi hargi muhv, 13 — tihend, 14 — tihendikate, 15 — tõkkeseib, 16 — porikaitseplekk, 17 — määrdenippel, 18 — tugilaagri tihend, — 19 kardaanliigendi hargi muhv, 20 — määrdekork, 21 — määrdenipli alus, 22 — määrdenippel, 23 — kardaanliigendi hark, 24 — tihendikatte kinnituskapsel, 25 — kardaanvõll, 26 — määrdenippel, 27 — kardaanliigendi nõellaager.

Šarniirsed kardaanliigendid

Joonisel 482 on toodud šarniirse kardaanliigendi töötamise põhimõte. See koosneb kahest ristiasetsevast muhvhargist, milledest üks on oma muhviga kinnitatud veovõllile, teine veetavvõllile. Muhvhargid on ühendatud risttapiga. Joonisel toodud asendis võimaldub eespoolse võlli õõtsumine šarniiritappidel vertikaalpinnas, tagapoolsel võllil horisontaalpinnas. Mõlemapoolse üheaegse õõtsumise tõttu võimaldubki nurgi asetsevate võllide koos pöörlemine. Kuluvuse vähendamiseks asetatakse šarniiride tappidele pronks- või teraspuksid ning kaitseks tolmu ja muda vastu kaetakse kogu kardaanliigend plekist kestaga, mis täidetakse määrdega.

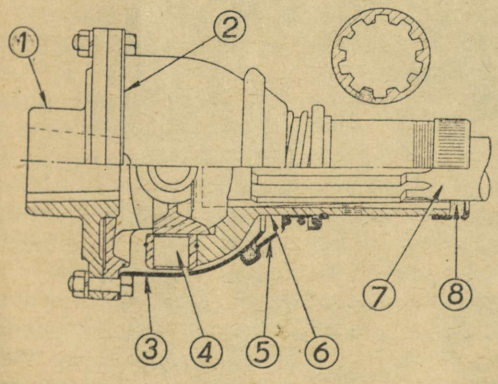
Jälgides kardaanvõlli, kui tagasild vetrub autoraami suhtes, selgub, et vedrude kokkusurumisel peab kardaanvõllil olema võimalus teljesuunaliseks nihkumiseks. Seda saadakse sel teel, et kardaanliigendi üks muhvhark kinnitatakse ühele võllile kindlalt, tavaliselt kiilu ja mutriga, kuna teine muhvhark asetatakse teisel võllil olevatele nuutidele, mille tõttu see võib võlli telgsuunas nihkuda, või õigemini öeldud, võll saab muhvhargis edasi-tagasi liikuda.



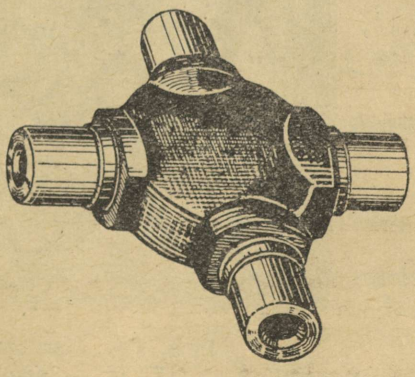
Joon. 482. Šarniirne kardaanliigend.

Joonisel 483 toodud kardaanliigendit kasutatakse veoautodel Gaz-AA ja sõiduautodel Gaz-M-1. Selle kardaanliigendi üks muhvhark omab kettalist äärikut, millega see kinnitatakse käigukastist väljuva veetavvõlli otsale kiilutud muhvi ääriku külge. Teine muhvhark asetseb kardaanvõllil olevatel nuutidel, mis võimaldab kardaanvõllile telgliikumist kardaanliigendi suhtes. Jõu ülekandmine ühelt muhvhargilt teisele toimub risttapi kaudu (joon. 484), mis oma tappidega asetatakse muhvharkide pesadesse. Muhvhargi hargiava on niivõrd lai, et võimaldab risttapi kohaleasetamist, kuid kui kohaleasetatud risttapile asetada selleks ettenähtud teraspuks, siis risttapp hargiavast välja tulla ei saa. Et teraspuksid ei saaks risttappidelt ära tulla, lukustatakse need vedrurõngaga.

Muda ja tolmu kaitseks on kardaanliigend kaetud terasplekist poolkerakujulise kestaga. Kesta ava katab kardaanvõllipoolse muhvhargi muhvi peale asetatud kaas, mida vedru surub vastu kesta. Kesta kerakujulisus on vajalik selleks, et kardaanvõlli õõtsumisel kesta ja selle kaane vahel saavutada tihedust igas kardaanvõlli kaldsuse asendis. Kaane küljes



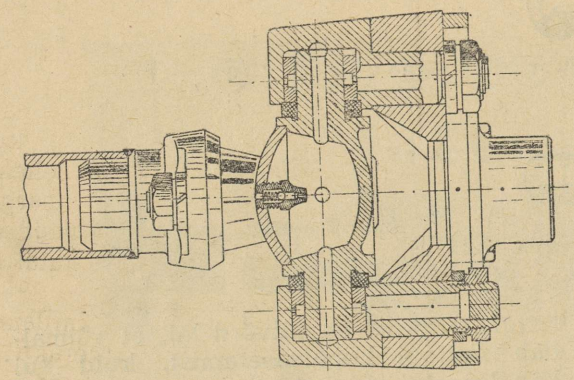
Joon. 483. Kaetud kardaanliigend.
1 — veetavvõlli muhv, 2 — muhvhargi äärik, 3 — kattekest, 4 — risttapp, 5 — kesta kaas, 6 — muhvhark, 7 — kardaanvõll, 8 — vilttihend.



Joon. 484. Kardaanliigendi risttapp.

olev plastmassist või korgist rõngas aitab tihendamisele kaasa ning takistab määrde kestast väljatulemist. Määrde väljumist nuutide kaudu kardaanvõlli ja muhvhargi muhvi vahelt takistab muhvhargi muhvi otsa asetatud vilttihend. Kardaanliigendi määrimine toimub määrdenipli kaudu, survemäärimisega. Et määre saaks pääseda kardaanliigendini, on see kardaanvõlli nuutidest, mille kohal asetseb määrdenippel, tehtud madalam.

Joonisel 485 toodud kardaanliigend (Gaz-AAA) erineb eelkirjeldatust selle

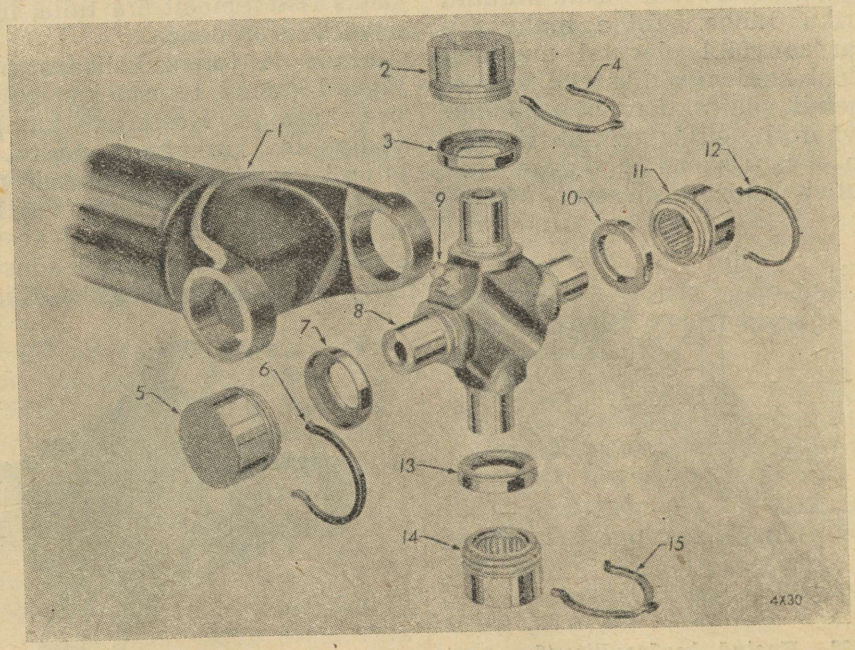


Joon. 485. Kardaanliigend seest õõnsa risttapiga.

poolest, et selle risttapp on tehtud keskelt õõnes ning sellesse surutakse määrdepressi abil määret. Sealt pääseb määre tappide ja pukside määrimiseks. Määrde viimiseks tappidele ja puksidele aitab kaasa tsentrifugaaljõud, mis tekib kardaanliigendi pöörlemisel. Seega pole sel kardaanliigenditüübil plekist kaitsekesta tarvis, sest juhuslikult porise veega tappide ja pukside vahele sattunud liivatolm tuuakse ristliigendi seestpoolt tsentrifugaaljõu tõttu väljapoole valguva määrdega koos välja. Liigse määrdesurve vältimiseks, mis võib tekkida määrde sissepressimisel või kardaanliigendi töötamisel soojenedes, on ristliigendi sisse asetatud määrdenipli-taoline kaitse-kuulklapp. Selliselt toimuv kardaanliigendi tappide pidev määrimine vähendab nende kulumist ja pikendab nende kasutamise iga.

Teiseks selle kardaanliigendi-tüübi hüveks on see, et selle muhvhargi otsad, millesse suubuvad risttapi tapid, pole mitte ehitatud ühes tükis muhvhargiga, vaid on muhvhargile külgekinnitatavad. See võimaldab kardaanvõlli kiiret lahtimonteerimist, ilma et tarvitseks kardaanliigendit võtta lahti üksikosadeks.

Joonisel 486 toodud kardaanliigend erineb viimatikirjeldatust selle poolest, et



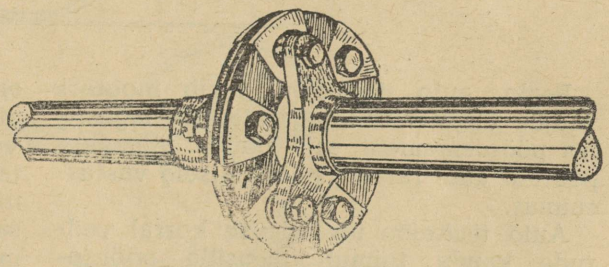
Joon. 486. Kardaanliigend nõellaagritega tappidel.

1 — kardaanvõll, 2, 5, 11, 14 — nõellaager kestaga, 3, 7, 10, 13 — nõellaagri tihend, 4, 6, 12, 15 — tõkkeseib.

teraspukside asemel on võetud kasutamisele nõellaagrid, mis vähendab hõõrdumist tappidel. Selle tõttu kardaanliigend ei kuumene, mille tagajärjel kardaanliigendi risttappi surutud määre ei vedeldu ega paisku tsentrifugaaljõul nii hõlpsasti seest välja, vaid püsib kindlamana tappidel. See suurendab kardaanliigendi kasutamise iga.

Elastsed kardaanliigendid

Siin võimaldub jõu ülekandmine nurga all ristlevate võllide kaudu selle tõttu, et asetatakse võlli otstele kinnitatud muhvharkide vahele elastsed kettad (joon. 487). Tavaliselt kasutatakse siin kummi- ja kordriiekettaid või lülisid, milledesse tugevuse tõstmiseks pannakse mõnikord terastraatvõrk.



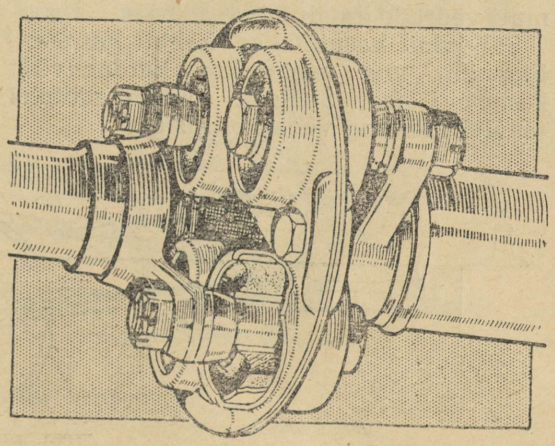
Joon. 487. Elastne kardaanliigend.

Elastsete kardaanliigendite puuduseks on, et jõuülekannet ei saa teostada nii suure nurga all, kui šarniirsel kardaanliigendil (ainult kuni 5°), kuid selle tõttu töötavad need täiesti kuivalt ning ei vaja mingit hooldamist. Elastsed kardaanliigendid leevendavad lööke jõu ülekandeseadmes, mis tekivad siduri mittesujuval kasutamisel.

Elastseid kardaanliigendeid kasutatakse peamiselt selleks, et kompenseerida võllide ja ühendatavate üksikagregaatide monteerimisel esinevaid ebatäpsusi ning et anda võimalust ühendatavate võllide ja üksikagregaatide nihkumiseks üksteise suhtes, kui see tekib autoraami läbipaindumisel. Seega leiame elastseid kardaanliigendeid asetatuna näiteks käigukasti ja demultiplikaatori või jaotuskasti vahele, kui need pole kokku ehitatud, samuti mootori ja käigukasti vahele, kui need asetsevad eraldi. Kuid leiame neid ka auto kardaanvõlli ülekandes, kus kardaanvõlli kaldsus on võrdlemisi väike.

Tavalise elastse kardaanliigendi muhvhargid tehakse kolmeharalistena ning elastsete ketaste kinnitamine hargi külge toimub kruvipoldiga. Elastse kardaanliigendi kettad kompenseerivad ka väikest võlli telgsuunalist liikumist, seega võib nende muhvhargid kinnitada kindlalt võlliotstele ning pole igakord vajalik võllil ja muhvhargi muhvil ette näha nuute.

Joonisel 488 toodud elastsel kardaanliigendil saavutatakse elastsus nelja kummipuhvri abil. Need kummipuhvrid, mis on vulkaniseeritud kahe teraspuksi vahele, asetatakse kahe poolitatava terasplekk-ketta pesadesse. Vastastikku asetsevad kummipuhvrid ühendatakse poltide abil kardaanliigendi muhvhargiga. Kummipuhvrite valmistamiseks kasutatakse eriti kõrgeväärtuslikku kummit, mis peab olema äärmiselt elastne ning pole väljalitsutav kummis tekkiva pingete tõttu veojõu ülekandmisel.



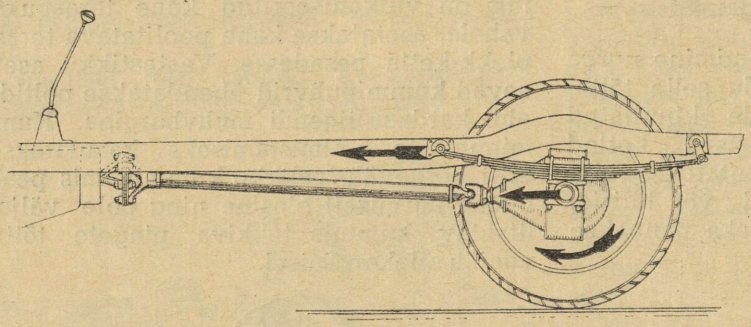
Joon. 488. Kummipuhvritega kardaanliigend.

Kardaanliigendite asetusviise

Mootori veojõud antakse jõuülekandeseadme kaudu tagaratastele. Tagarattad, toetudes maapinnale ja pööreldes, lükkavad maapinna ja rataste vahelise hõõrdumise tõttu auto edasi.

Tagasillas auto mootori veojõu ülekandmisel tekkiv auto tõukejõu üleandmine autoraamile võib toimuda mitmeti.

Joonise 489 skeemi kohaselt antakse auto tõukejõud tagasillalt üle autoraamile otseselt vedrude kaudu, mis asetsevad tagasilla ja raami vahel. See nõuab vedrude tugevat kinnitusviisi tagasilla külge ning vedru eesotsa vedrupoldi kohtkindlat asendit auto raami küljes.



Joon. 489. Veojõu ülekandmine vedrude kaudu.

Peale auto tõukejõu tekib mootori veojõu üleandmisel tagaratastele tagasillas pöördemoment, mis püüab tagasilda pöörata auto rataste pöörlemisele vastassuunas.

Auto tõukejõu üleandmise korral vedrude kaudu toimub tagasilla pöördemomendi ülekandmine autoraamile samuti vedrude kaudu.

Sel juhul kasutatakse kahte kardaanliigendit, mis asetatakse kardaanvõlli kummagi otsa. Selliselt toimub näiteks jõuülekandmine veoautol Zis-5.

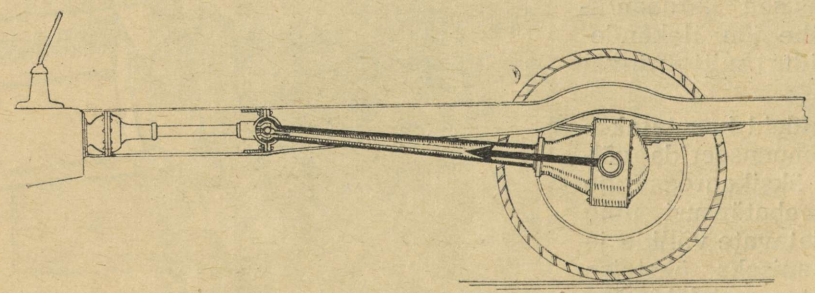
tagasilla õõtsumist koos tõuketoruga. Sel juhul on vajalik vaid üksainus kardaanliigend, mis asetseb keralise toe keskel (joon. 491). Keraline tugi on ühtlasi kardaanliigendi kaitseks pori ja tolmu vastu ja sellesse pannakse määret kardaanliigendi määrimiseks.

Sellist jõu ülekandmise viisi kasutatakse näiteks veoautodel Gaz-AA.

Joonisel 492 toodud skeemi kohaselt on kardaanvõlli ümber asetatud toru määratud vaid tagasilla pöördemomendi vastuvõtmiseks, kuna auto tõukejõud antakse üle vedrude kaudu. Sel puhul on nimetatud toru tehtud kaheosalisena ning saab tagasilla õõtsumisel oma pikkust muuta. Sellist toru nimetatakse teleskooptoruks. Siin võimaldub samuti kasutada vaid ühte kardaanliigendit, mis asetseb teleskooptoru keralise toe keskel.

Sellist jõuülekandmise viisi kasutatakse näiteks sõiduautol Gaz M-1.

Tõuketoru või teleskooptoru kasuta-

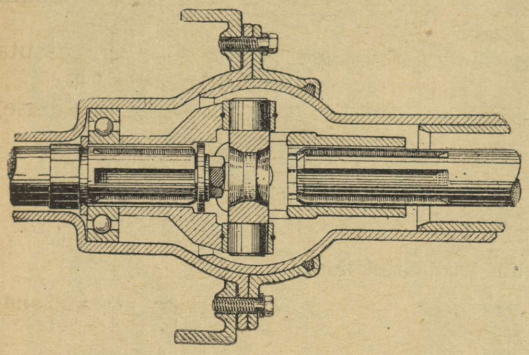


Joon. 490. Veojõu ülekandmine tõuketoru kaudu.

Joonisel 490 toodud skeemi kohaselt antakse tagasillalt auto tõukejõud autoraamile üle kardaanvõlli ümber asetatud terasest tõuketoru kaudu. See tõuketoru võtab ka vastu tagasilla pöördemomendi. Tõuketoru tagumine ots on kinnitatud kindlalt tagasilla külge, esimene selle vastu aga toetub kas auto ristraami või käigukasti küljes olevale keralisele toele, mis võtab tõukejõu vastu ja võimaldab mise puuduseks võiks nimetada auto vetrumata massi suurenemist ja keerukamat konstruktsiooni. Selles mõttes on kahe kardaanliigendi ja katmata kardaanvõlli kasutamine otstarbekam, mille tõttu ta on ka rohkem levinud.

Samuti võib ühe kardaanliigendi kasutamise puuduseks lugeda asjaolu, et veovõlli ühtlasel pöörlemisel kardaanliigendi kaudu veetava võlli pöörlemise kiirus

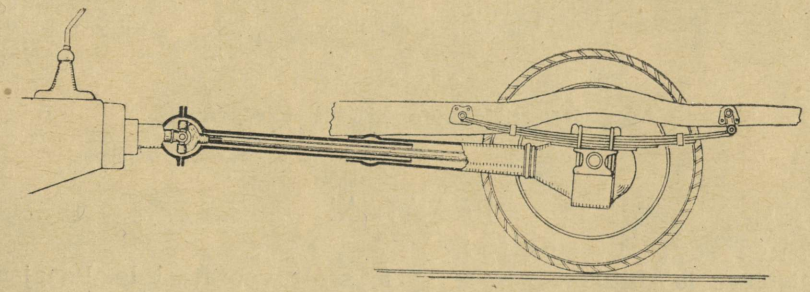
muutub perioodiliselt iga pöörde vältel kahel korral aeglasemaks kui veovõllil ja kahel korral kiiremaks kui veovõllil. Selle tõttu tekib jõu ülekandeseadmes lisakoormus, mis aitab kaasa suuremale kardaanvõlli, sest see oma raskuse tõttu painduks läbi ning vibreeriks pöörlemisel, vaid see võll tehakse kahest või kolmest osast.



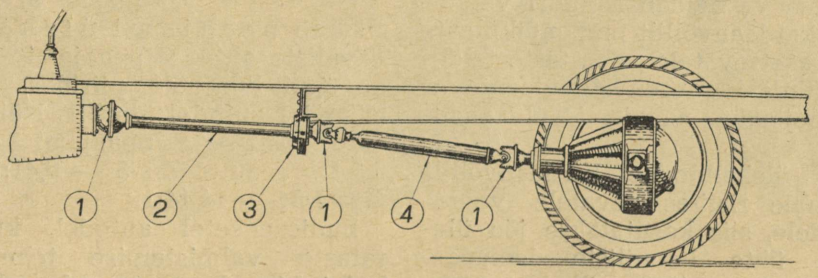
Joon. 491. Kardaanliigend keralises toes.

Joonisel 493 on toodud kardaanvõll, mis koosneb kahest osast. Võlli esimest osa nimetatakse vahevõlliks. Siin on vahevõlli eesots ühendatud käigukasti veetavvõlliga elastse kardaanliigendiga. Tema tagaots aga toetub auto põikraami külge kinnitatud rulltugilaagrile. Kardaanvõlli eesots on ühendatud vahevõlli tagumise otsaga šarniirse kardaanliigendiga, tagapool samuti šarniirse kardaanliigendiga peaajamivõlliga. Kaheosalist kardaanvõlli kasutatakse näiteks autobusel Zis-8.

Joonisel 494 toodud kolmeveoteljeline veoauto omab viit kardaanvõlli, kokku kümne kardaanliigendiga.



Joon. 492. Veojõu ülekandmine toimub vedrude kaudu, pöördemomendi vastuvõtmine teleskooptoru poolt.



Joon. 493. Kaheosaline kardaanvõll.
1 — kardaanliigend, 2 — vahevõll, 3 — tugilaager, 4 — kardaanvõll.

kulumisele. Kahe kardaanliigendi kasutamisega on see puudus kõrvaldatud, sest ühes kardaanliigendis tekkiv võlli hetkeline pöörlemise kiirenemine kompenseerub teise kardaanliigendi poolt tekitava hetkelise aeglustumisega.

Suurtel veoautodel ja autobustel, kus tagasild on käigukastist kaugel, ei saa suure vahemaa tõttu kasutada ühte pikka

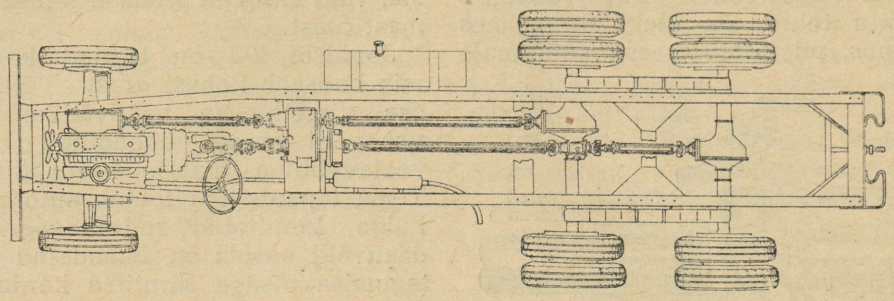
Kardaanvõllid

Kardaanvõll ei valmistata täisterasvõllidena, vaid terastorust, sest toru on sama tugevuse juures täisvõllist kergem ning on läbipaindumisele vastupidavam.

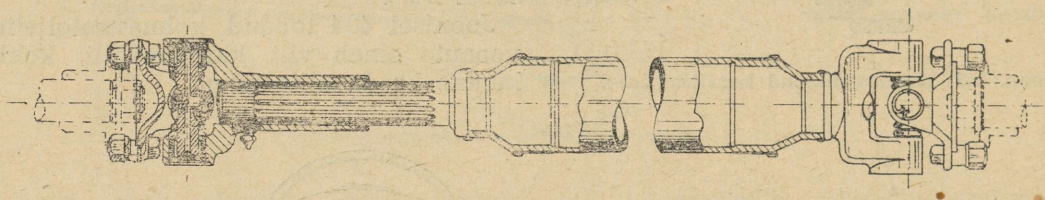
Kardaanvõlli otsad, millede külge kinnitatakse kardaanliigendi mühvhark või milledel muhvhark asetseb nuutidel, val-

mistatakse täisvõllina ja keevitatakse kardaanvõlli toru külge.

Joonisel 495 on toodud sõiduauto Zis-101 kardaanvõll.



Joon. 494. Veoauto viie kardaanvõlliga.



Joon. 495. Sõiduauto Zis-101 kardaanvõll.

PEAAJAM

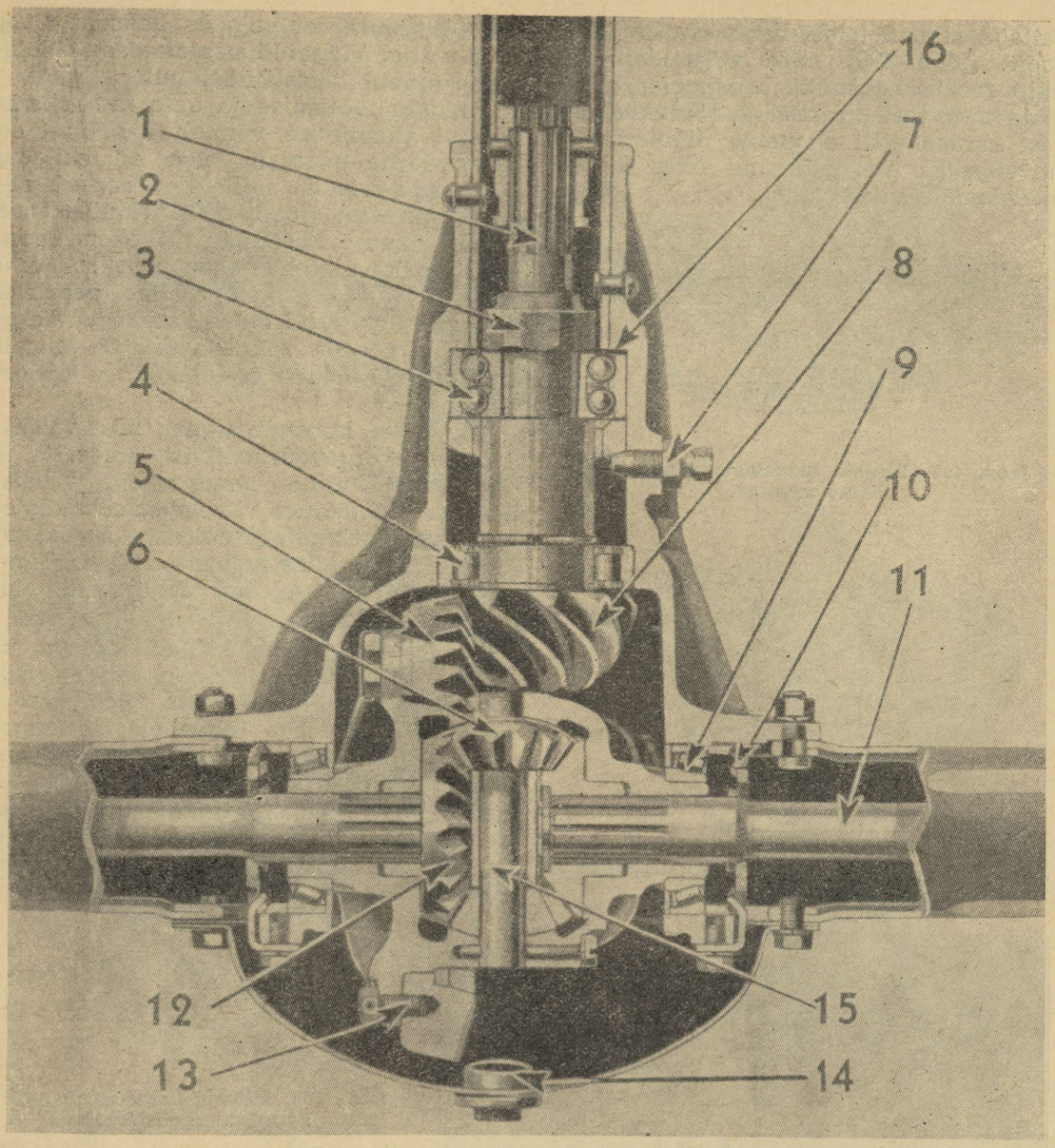
Otstarve ja ehitus

Kardaanvõllilt toimub mootori veojõu üleandmine tagasillas asetsevale peaajamile. Peaajam võimaldab mootori veojõu üleandmist kardaanvõllilt perpendikulaarselt sellele asetsevatele veorataste telgedele ning ühtlasi suurendab üleantavat mootori veojõudu peaajami ülekandearvu võrra.

Kuna jõu ülekandmine kardaanvõllilt toimub temale risti-asetsevatele veorataste telgedele, siis kasutatakse jõu ülekandmiseks ühte kooniliste hammasrataste paari (joon. 496), milledest väiksem asetseb peaajamivõllil, mis on kardaanliigendi kaudu ühenduses kardaanvõlliga. See hammasratas on tavaliselt valmistatud ühes tükis peaajamivõlliga, ning et viimane moodustab justkui kardaanvõlli jätku, kannab *kardaanvõlli hammasratta* nimetust. Sellele ristiasetsev hammasratas, olles mõõdetelt suurem, kannab nimetust *taldrikhammasratas*. Taldrikhammasratas on kinnitatud diferentsiaalikarbi külge, mille kaudu toimub mootori veojõu üleandmine peaajamilt veotelgedele ja sealt veoratastele. Peaajamivõll ja diferentsiaalikarp toetuvad tagasillas asetsevatele kuul- või rull-laagritele.

Kardaanvõlli hammasratta ja taldrikhammasratta hammaste arvu vahekord määrab *peaajami ülekandearvu*. Tavaliste autode peaajami ülekandearv on 3,5:1 kuni 6:1 piirides, kuid tõuseb mõnedel autodel üle 7:1. Näiteks on veoauto Gaz-AA peaajami ülekandearv 6,6:1, veoautol Zis-5 — 6,41:1, sõiduautol Gaz M-1 — 4,44:1.

Endisaegsetel autodel, kus hammasrataste valmistamise tehnika polnud kuigi kõrgele arenenud, valmistati peaajami koonilised hammasrattad *sirgete hammastega* (joon. 497). Hammasrataste tootmise tehnoloogilise protsessi täiustamisel, mida võimaldas kooniliste hammasrataste automaatfreespinkide ja -lihvimispinkide kasutamisele võtmine, milledega sai toota spiraalsete hammastega hammasrattaid, asendati peaajami sirgete hammastega hammasrattad *spiraalsete hammastega hammasratastega* (joon. 498). Sellega saavutati ühtlasemat ja hääletumat peaajami töötamist ning suuremat peaajami



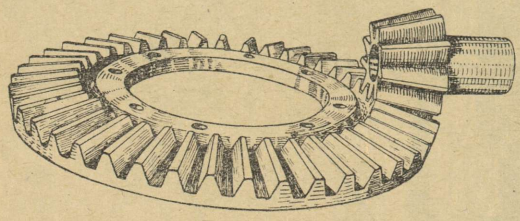
Joon. 496. Peaajam ja diferentsiaal.

1 — peaajami võll, 2 — kuullaagri kinnitusmutter, 3 — kuullaager, 4 — rull-laager, 5 — taldrikhammasratas, 6 — satelliithammasratas, 7 — kuullaagri toe kinnituskruvi, 8 — kardaanvõlli hammasratas, 9 — diferentsiaalikarbi tugilaager, 10 — laagri reguleerimismutter, 11 — pooltelg, 12 — pooltelje hammasratas, 13 — taldrikhammasratta kinnituskruvi, 14 — õlitäiteava, 15 — satelliitide telg, 16 — hammasratta (8) asendit fikseeriv seib.

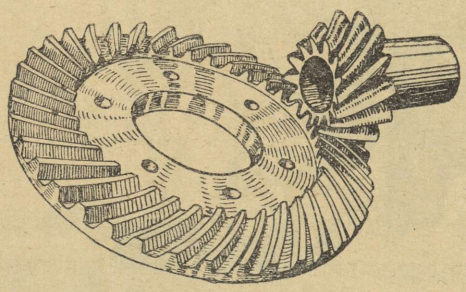
ülekandearvu samamõõtelise taldrikhammasratta juures, sest minimaalne hammaste arv, mida saab valmistada sirgete hammastega kardaanvõlli hammasrattal, on 8, kuna spiraalsete hammastega kardaanvõlli hammasratast saab valmistada 5 hambaga. Suurema ülekandearvuga peaajam on eriti oluline suuremate pöörretega mootorite kasutamisel, et mootori pöördeid sobitada auto tagumiste rataste vajaliku liikumise kiirusega.

Viimasel ajal võetakse ikka enam kasutamisele peaajamid hüpoidiliste hammastega hammasratastega. Hüpoid-hammasrataste puhul hambub kardaanvõlli hammasratas, taldrikhammas-

rattaga allpool taldrikhammasratta keskjoont (joon. 499). See võimaldab viia auto raskuskeskpunkti allapoole, seega tõsta auto teel püsimist ja sõidukindlust, sest kardaanvõlli allapoole nihutamisega on võimalik ka autoraami ühes kerega madalamale viia.



Joon. 497. Sirgete hammastega peaajami hammasrattad.



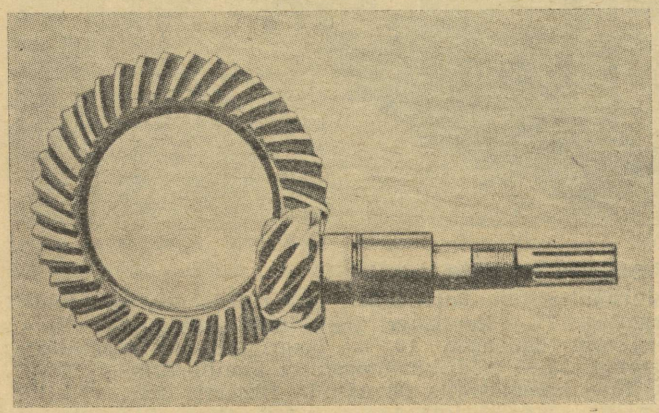
Joon. 498. Spiraalsete hammastega peaajami hammasrattad.

sel libisemisel ei valguks hammaste vahelt välja. Hüpoid-hammasrataste töötamine toimub täiesti hääletult.

Hääletu töötamise ja auto raskuskeskpunkti allaviimise võimaluse poolest on samaväärne peaajam, mis on ehitatud *tiguajamina*, mille tigu asetseb allpool tiguratast (joon. 500). Tiguülekanne annab suurt peaajami ülekandearvu, mistõttu kasutatakse seda peamiselt veoautodel, kus on eriti oluline peaajami ülekandearv, kuid on üldiselt vähe kasutatav, sest selle valmistamine on hinnalt kallim ning nõuab erisulamit — fosforpronksi.

Tiguajam koosneb tigust, mis valmistatakse kõrgeväärtuslikust terasest ja tigurattast, mille hammaspõid valmistatakse hõõrdumise vähendamiseks kõrgeväärtuslikust fosforpronksist. Tiguajami tiguvõll toetatakse mõlemast otsast. Tiguvõll ühendatakse kardaanliigendi abil kardaanvõlliga.

Tiguajami puuduseks all-asetseva tiguga on asjaolu, et siin kardaanvõlli kaldenurga vähendamiseks tuleb mootor asetada kaldsusega tahapoole, sest tiguvõll, millega tuleb ühendada kardaanvõlli tagaots, asetseb väga madalal. Seepärast kasutatakse tiguajamit all-asetseva tiguga vaid olukordades, kus see auto raskuskeskpunkti või autoraami



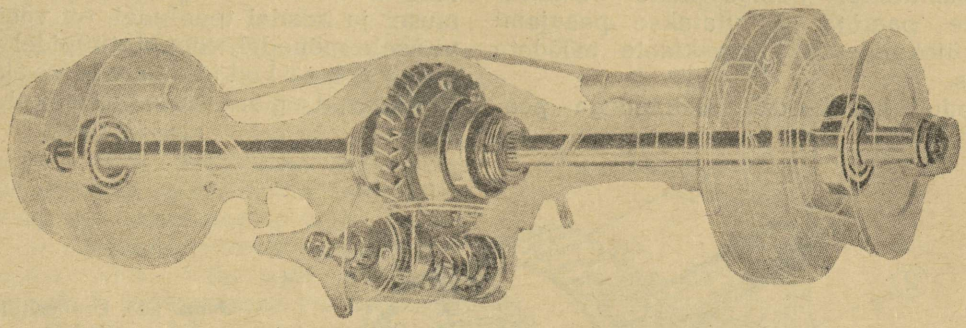
Joon. 499. Hüpoid-hammastega peaajami hammasrattad.

Hambumises olevate hüpoid-hammasrataste pöörlemisel tekib hammastevaheline libisemine, seetõttu peavad nad eriti täpselt olema töödeldud, kohale paigutatud ja koostööks reguleeritud, samuti vajavad nad eriomadustega kõrgesurvemääret, mis hammaste vastastikuallapoole viimiseks on eriti oluline, näiteks lähisliiklemise autobustel, kus see hõlbustab inimeste kiiret sisse- ja väljaminekut autobusest. Tiguajami määrimise seisukohast on allpool asetsev tigu paremas olukorras, sest see asetseb kogu aja õli sees ning jahutatakse selle

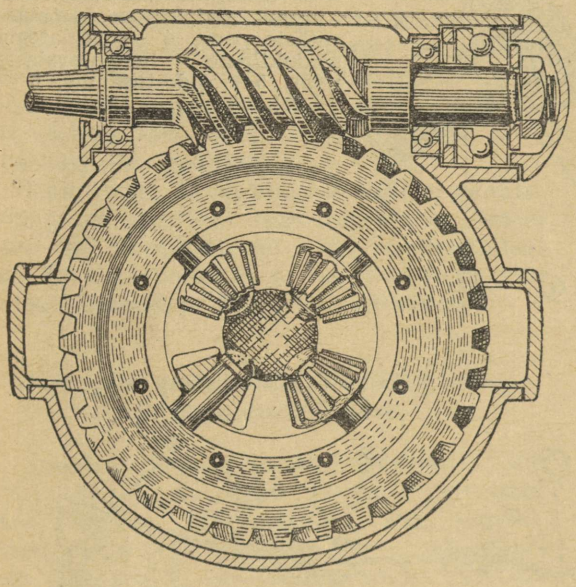
poolt, kuid nõuab eriliselt häid tihendeid, et vältida õli kadu.

Seepärast kasutatakse olukordades, kus auto raskuspunkti madal asend pole maapinna ja tagasilla vahelist vabaruumi.

Nagu joonisest 502 selgub, erineb kahekordse ülekandega peaajam tavali-



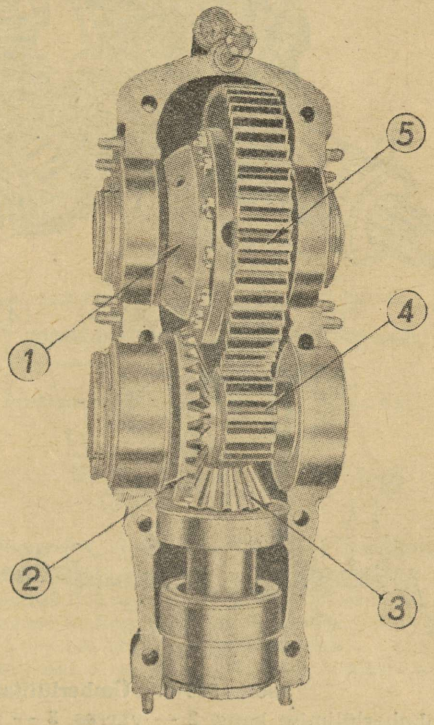
Joon. 500. Tigu-peaajam, tigu all.



Joon. 501. Tigu-peaajam, tigu üleval.

eriti oluline, näiteks veoautodel, tiguajamit üleval asetseva tiguga (joon. 501). Sellega saadakse vähema kaldsusega kardaanvõlli asendit, mistõttu kaod jõu ülekandmisel ja kardaanliigendite kuluvus on väiksem. Ka annab see asend suuremat vabakõrgust maapinna ja kardaanliigendi vahel, mis on eriti oluline sõidul halbadel teeoludel. Sellist tigu-peaajamit kasutatakse veoautol Gaz-AAA ja Zis-6.

Praegu aga on kahekordse ülekandega peaajam välja tõrjumas tiguajamit, kuna see palju kompaktsema ehituse juures omab sama või veel suurematki ülekandearvu ning ei vähenda



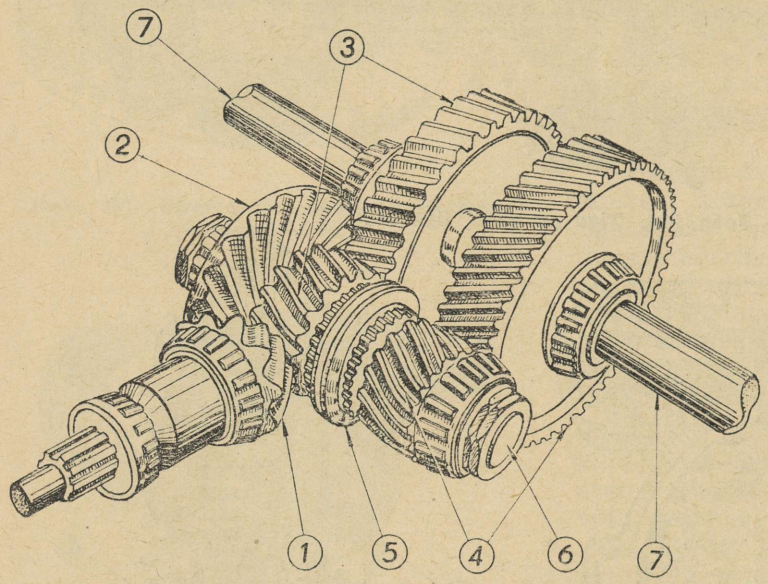
Joon. 502. Kahekordse ülekandega peaajam.
1 — diferentsiaalikarp, 2 — taldrikhammasratas, 3 — kardaanvõlli hammasratas, 4 — väiksemamõõteline silindriline hammasratas, 5 — suuremamõõteline (diferentsiaali) silindriline hammasratas.

sest koonushammasratastega peaajamist selle poolest, et siin pole taldrikhammasratas kinnitatud diferentsiaalikarbi külge, vaid asub eraldi võllil kõrvuti ühe väikesemõõtelise silindrilise hammasrattaga, mis omakorda on hambumises diferentsiaali kesta külge kinnitatud suure silindrilise hammasrattaga. Seega toimub jõu

ülekandmine esmalt kardaanvõlli hammasrattalt taldrikhammasrattale ning siis sellega ühisele võllile kinnitatud väikeselt silindriliselt hammasrattalt suurele hammasrattale. Sellise kahe hammasrataste paariga saavutatakse peaajami suur ülekandearv kompaktsete mõõdete juures.

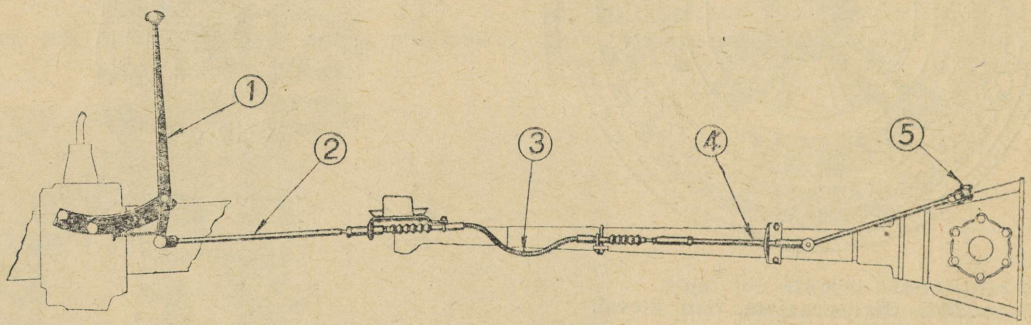
Toodud kahekordse ülekandega peamusega jääb mootori osaline võimsus kasutamata.

Et ära kasutada mootori täit võimsust auto täielikul koormusel ning rasketel teeoludel, samuti aga ka osalisel koormusel ja headel teeoludel, on võetud tarvitusele mõnedel veoautotüüpidel peaajamid ümberlülitatava peaajami ülekandega. Auto täielikul koor-



Joon. 503. Ümberlülitatav peaajam.

1 — kardaanvõlli hammasratas, 2 — taldrikhammasratas, 3 — kiirema sõidukiiruse hammasrataste paar, 4 — aeglasema sõidukiiruse hammasrataste paar, 5 — sidestusmuhv, 6 — vahevõll, 7 — pooltelg.



Joon. 503-a. Ümberlülitatava peaajami ümberlülimise seade.

1 — ümberlülimise kang, 2 — varras, 3 — painduv tross kaetud kõriga, 4 — lülitushoob, 5 — lülitushark.

ajamit kasutatakse veoautol Zis-5. Siin on kooniliste hammasrataste paari ülekandearv 2,33:1 ja silindriliste hammasrataste paari ülekandearv 2,75:1, seega üldine ülekandearv 6,41:1.

Auto ehitamisel valitud peaajami ülekandearv ei vasta mitte kõigile auto töötamistingimustele, see on eriti maksev veoautode kohta. Näiteks, kui peaajami ülekandearv on valitud mootori täielikuks koormamiseks täiskoormaga sõidul, siis auto sõidul tühjalt või osalise koormusel ning rasketel teeoludel lülitakse sisse suurema ülekandearvuga peaajami ülekanne ning auto osalisel koormusel ja headel teeoludel vähema ülekandearvuga peaajami ülekanne.

Joonisel 503 on toodud üks selline peaajam. Siin toimub mootori veojõu ülekandmine kardaanvõlli hammasrattalt eraldi võllil asetsevale taldrikhammasrattale, samuti kui kahekordse ülekandega peaajamilgi, kuid sealt veojõu edasiandmiseks on kaks paari silindrilisi

hammasrattaid, üks suurema, teine väiksema ülekandearvuga, millede mõlemad väikesed hammasrattad asetsevad vabalt pöörlevatena samal võllil, millel asetseb taldrikhammasrataski. Mõlemad suured hammasrattad aga on kinnitatud diferentsiaalikarbi külge. Mõlema silindrilise hammasrataste paari väike ja suur hammasratas on alalises hambumises. Mõlema väikese hammasratta vahel asetseb võllinuutidel võlli telgsuunas nihutatav sidestusmuhv, mis on määratud sidestamiseks väikeste hammasratastega sellel muhvil ja hammasratastel ettenähtud hammaspöia abil. Nihutades sidestusmuhvi vasakule sidestatakse jõu ülekandmiseks väiksema ülekandearvuga silindriliste hammasrataste paar, nihutades aga sidestusmuhv paremale sidestatakse suurema ülekandearvuga hammasrataste paar. Seega saadakse selliselt peaajamilt kahesugune peaajami ülekanne. Lülimine toimub juhiruumis selleks ettenähtud lülituskangi abil, mis on ühenduses hoovastiku abil peaajamiga.

Kuigi auto täiendamine sellise peaajamiga on seotud lisakulutustega, tasub see end täielikult auto ekspluateerimisel saadava kütusekulu ja mootori ning jõuülekandeseadme kuluvuse säästuga.

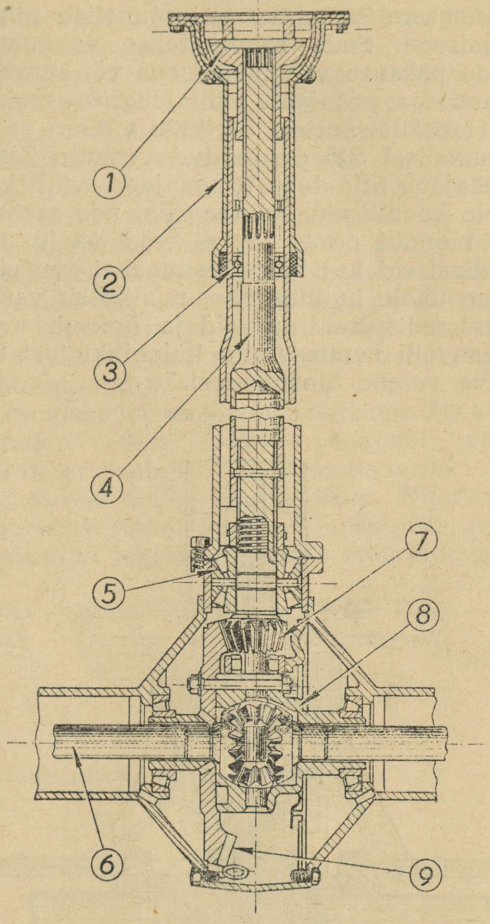
Mõningaid peaajamite konstruktsioone ja reguleerimisviise

Joonisel 504 on toodud sõiduauto Gaz M-1 peaajam. Siin toetub peaajami võll kahele koonilisele rull-laagrile, mis võtavad vastu jõu ülekandmisel tekkivaid nii radiaalseid kui ka teljesuunalisi surveid. Kardaanvõlli tsentreerimiseks on kardaanvõlli eesotsa asetatud üks pikkade rullidega laager. Diferentsiaalikarp toetub kahele koonilisele rull-laagrile.

Peaajami võlli mõlema koonilise rull-laagri pingeldust reguleeritakse peaajami võllil oleva mutri pinetamisega. Peale reguleerimist peab kardaanvõll vabalt pöörlema, kuid ei tohi omada teljesuunalist loksumist. Reguleerimismutri asend kinnitatakse stoppseibi ja vastumutriga.

Diferentsiaalikarbi kooniliste rull-laagrite pingeldust reguleeritakse vaheplekkide paksusega tagasilla keskosa ja mõlema poole vahel.

Kardaanvõlli hammasratta ja taldrikhammasratta hambumist auto ekspluateerimisel ei reguleerita.



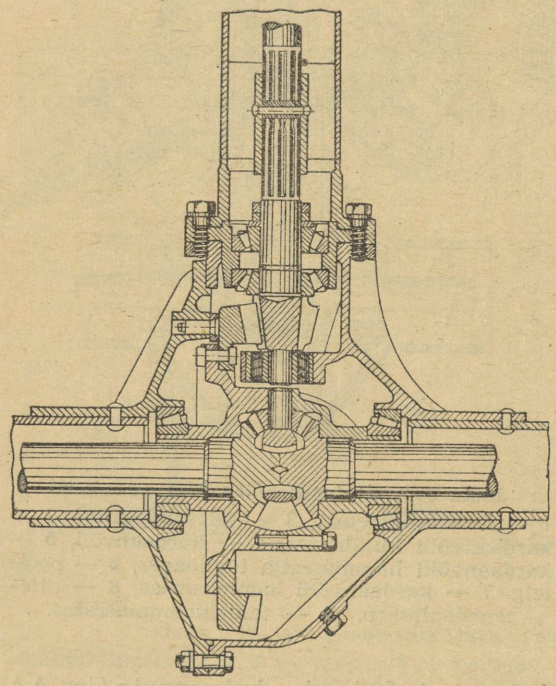
Joon. 504. Sõiduauto Gaz M-1 peaajam.
1 — kardaanliigend, 2 — teleskooptoru, 3 — kardaanvõlli kuullaager, 4 — kardaanvõll, 5 — kardaanvõlli hammasratta tugilaager, 6 — pooltelg, 7 — kardaanvõlli hammasratas, 8 — diferentsiaalikarp, 9 — taldrikhammasratas.

Joonisel 505 on toodud veoauto Gaz-AA peaajam. Siin toetub kardaanvõlli hammasratas eestpoolt kahele koonilisele rull-laagrile ja selle tagaots ühele silindrilisele rull-laagrile. Viimane kindlustab kardaanvõlli läbipaindumatust jõu ülekandmisel, seega õiget hambumist taldrikhammasrattaga. Et taldrikhammasratas ei saaks jõu ülekandmise kohal läbi painduda ja sellega rikkuda õiget hambumist, on jõu ülekandmise kohale taldrikhammasratta taha paigutatud pronksist tugi.

Kardaanvõlli hammasratta ja diferentsiaalikarbi kooniliste rull-laagrite pingel-

dust reguleeritakse samuti, kui eespool toodud Gaz M-1 peaajamil, kuid täiendusena on siin võimalik reguleerida kardaanvõlli hammasratta asendit taldrikhammasratta suhtes teljesuunalise nihutamisega. Seda saavutatakse vaheplekkide paksuse vähendamisega või suurendamisega peaajami võlli laagrite muhvi ja tagasilla karteri äärikute vahel.

Joonisel 506 on toodud veoauto Zis-5 peaajam. Siin toetub peaajami võll kahele koonilisele rull-laagrile, mis asetsevad eraldi pesas ja võtavad vastu nii radiaalseid kui ka teljesuunalisi surveid, ning ühele kuullaagrile, mis võtab vastu vaid radiaalseid surveid ja kaitseb kardaanvõlli hammasratta külgnihkumist tugeva veojõu üleandmisel.

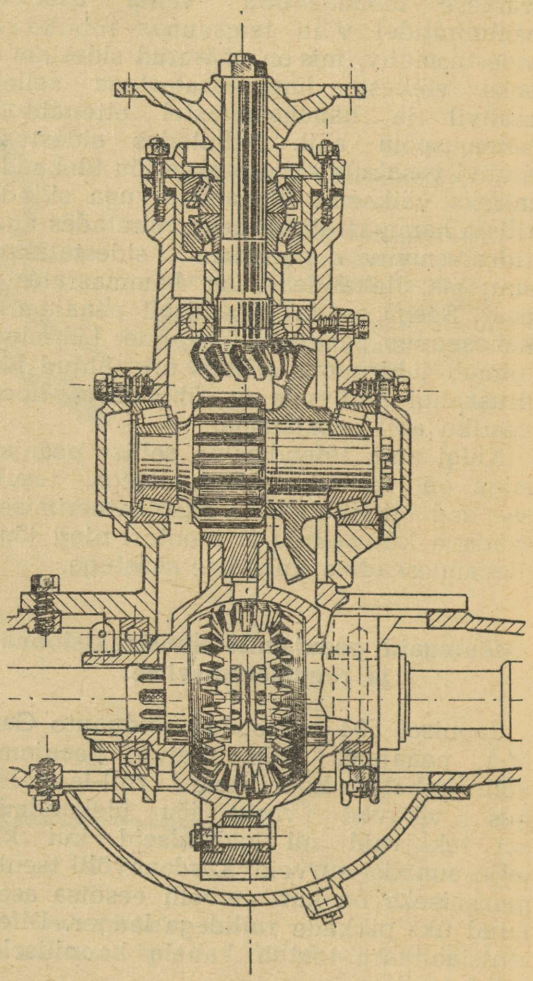


Joon. 505. Veoauto Gaz-AA peaajam.

Kuna siin on tegemist kahekordse ülekandega peaajamiga, siis asetseb taldrikhammasratas eraldi võllil, mis toetub kahele koonilisele rull-laagrile. Diferentsiaalikarp tugineb kahele kuullaagrile.

Peaajamivõlli kooniliste rull-laagrite pingeldust reguleeritakse rull-laagrite pesa ääriku ja selle kaane vahele asetatavate vaheplekkide paksusega. Taldrikhammasratta võlli kooniliste rull-laagrite pingeldust reguleeritakse võlli parempoolse kattekaane ja tagasilla karteri vahel olevate vaheplekkide paksusega. Laagrid tuleb sel määral vaheplekkide paksuse muutmisega reguleerida, et võllil pole teljesuunalist loksumist, kuid pöörleb laagritel vabalt. Liigne pinetamine põhjustab töötamisel laagrite söövbimist, liigset kulumist ja kuumenemist.

Kardaanvõlli hammasratta ja taldrik-



Joon. 506. Veoauto Zis-5 peaajam.

hammasratta õiget hambumist on võimalik reguleerida peaajamivõlli ja taldrikhammasratta võlli teljesuunalise nihutamisega. Õiget hambumist järeldatakse jäljendist taldrikhammasratta hambal, mida saadakse õhukese sinise värvi kihiga kaetud kardaanvõlli hammasrattalt, kui mõlemaid hambumises olles pöörata. Joonisel 507 on toodud taldrikhammasrattal saadavad jäljendite kujud mitmesugustel kardaan- ja taldrikhammasra-

taste hambumisasendites. Joonisel 507 *a* on toodud õige hambumise jäljend, jäljend peab ulatuma vähemalt ¾ hamba laiusele. Sellisel hambumisel saavutatakse kõige hääletum hammasrataste töötamine ja minimaalne kulumine.

Joonise 507 *b* kohaselt saadava jäljendi korral, kus värviga on kaetud hamba jämedam osa laiemal määral, asetseb kardaanvõlli hammasratas taldrikhammasrattast liiga eemal ja tuleb lähemale nihutada. Sellisel hambumisel võivad hõlpsasti ära murduda taldrikhammasrataste hammaste välised otsad.

Joonise 507 *c* kohaselt saadava jäljendi korral, kus värviga on kaetud hamba peenem osa laiemal määral, asetseb kardaanvõlli hammasratas taldrikhammasrattale liiga lähedal ja tuleb eemale nihutada. Sellisel hambumisel võivad hõlpsasti murduda taldrikhammasratta hammaste sisemised otsad.

Joonise 507 *d* kohaselt saadava jäljendi korral, kus värviga on kaetud vaid hamba ülemine serv, asetseb taldrikhammasratas liiga kaugel kardaanvõlli hammasrattast ning tuleb lähemale viia.

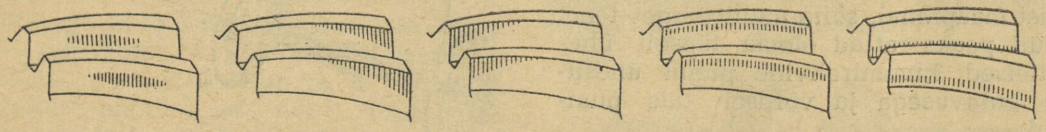
Joonise 507 *e* kohaselt saadava jäljendi korral, kus värviga on enam kaetud alumine osa, asetseb taldrikhammasratas liiga lähedal kardaanvõlli hammasrattale, hambad asetsevad liiga sügavas hambumises. Selle kõrvaldamiseks tuleb taldrikhammasratas eemale nihutada.

Hambumine toimub liiga madalalt. Liiga madal ja liiga sügav hambumine tekitab töötamisel müra ja põhjustab hammaste kulumist. Õigel hambumisel peab hammaste vahele jääma 0,15—0,35 mm vahe, mõõdetuna hammaste laiemast otsast.

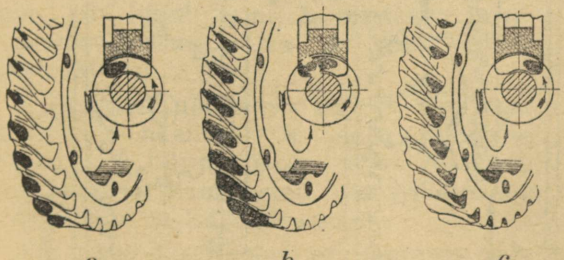
Peaajami võlli nihutamine taldrikhammasrattale lähemale või kaugemale teostatakse vaheplekkide paksuse vähendamisega või suurendamisega peaajami võlli kooniliste rull-laagrite pesa ääriku ja tagasilla karteri ääriku vahel.

Taldrikhammasratta võlli nihutamine ühele või teisele poolele saadakse vaheplekkide ümberpaigutamisega parempoolselt võllikaane ja karteri vahelt vasakpoolsele võllikaane ja karteri vahele või ümberpöördult.

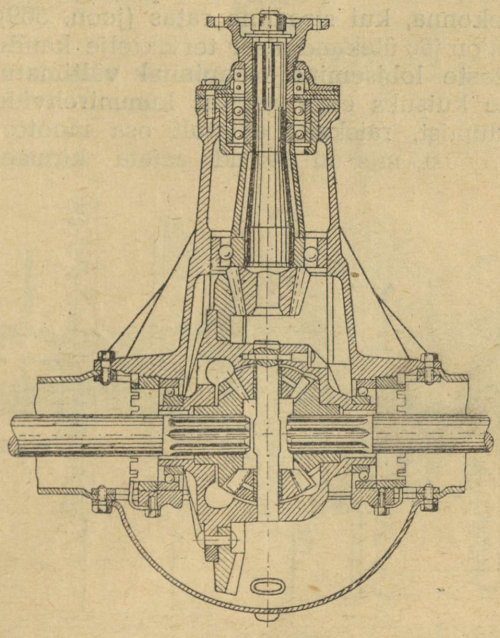
Joonisel 508 on toodud sõiduauto Zis-101 peaajam. Siin toetub peaajami võll eesotsast kahele tugi-kuullaagrile ja tagaotsast ühele kuullaagrile. Diferentsiaalikarp toetub kahele kuullaagrile, mis asetsevad tagasillas selleks määratud pe-



Joon. 507. Jäljendid peaajami hammasrataste hambumisest.



Joon. 507-a. Jäljendid tigu-peaajami hambumisest.
a — tiguratas nihutada vasakule, b — õige, c — tiguratas nihutada paremale.



Joon. 508. Sõiduauto Zis-101 peaajam.

sades, ning hoitakse kohal kahe rõngasmutri abil. Kardaanvõlli hammasratta ja taldrikhammasratta õiget hambumist kontrollitakse värviga. Taldrikhammasratta nihutamine ühele või teisele poole teostub rõngasmutrite ühelt poolt lahtikeeramisega ja teiselt poolt juurdekeeramisega. Samade mutritega reguleeritakse diferentsiaalikarbi laagrite pingeldust. Peaajami võlli nihutamine hambumise reguleerimiseks toimub tugi-kuullaagrite vaheplekkide paksuse muutmisega.

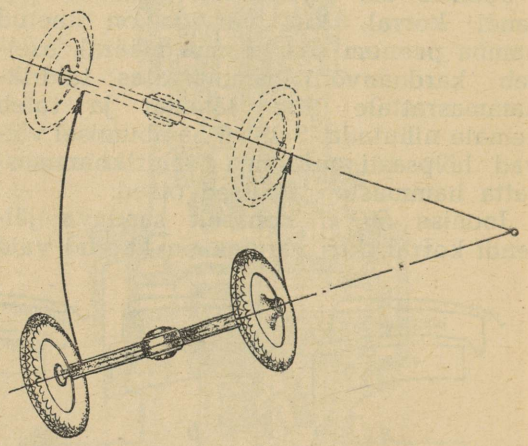
Peaajami reguleerimine tiguülekandega toimub samuti värviga proovimisel. Joonisel 507-*a* on toodud jäljed tiguratta hammastel õigel ja puudulikul hambumisel. Reguleerimine teostatakse tiguratta nihutamisega.

Peaajami hooldamine seisneb perioodilises hammasrataste hambumise kontrollimises ja reguleerimises ning õigeaegses õli juurdelisamises vajaliku õlinivoo hoidmiseks ja õli vahetamises.

DIFERENTSIAAL

Töötamise põhimõte

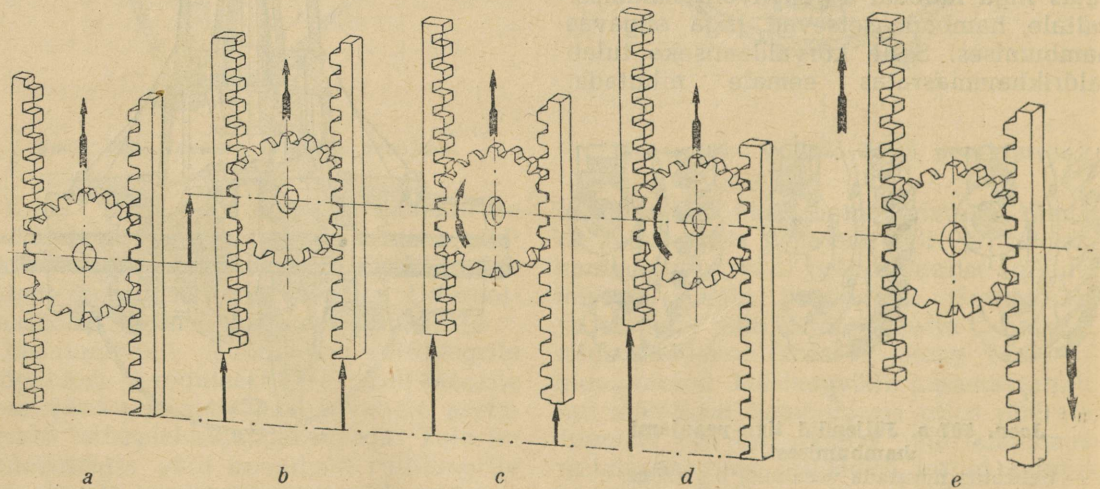
Peaajamilt toimub mootori veojõu üleandmine diferentsiaalikarbile ning sealt veotelgede kaudu auto tagaratastele. Kui selleks tagarataste veoteljed oleksid liikumatult kinnitatud diferentsiaalikarbi külge, moodustades üheainsa terviktelje, mille kummaski otsas on üks veoratas, saaks auto, ilma et toimuks rataste lohisemist maapinnal, sõita ainult sirget teed. Samuti peaks rattad olema täpselt ühemõõtelised, kummirehvide puhul ühesuguse kuluvusega ja võrdselt täis pumbatud.



Joon. 509. Rataste veeremise teekond käänakul sõites.

Kuna aga autoga tuleb sõita ka käänakuil, kus auto väljaspoolne ratas peab läbima samal ajavahemikul palju pikema teekonna, kui sisemine ratas (joon. 509), siis on jõu ülekandmisel terviktelje kaudu rataste lohisemine maapinnal vältimatu. See kutsuks esile asjatut kummirehvide kulumist, raiskaks asjatult osa mootori veojõust, mis on seotud asjata kütusekuluga, ja takistaks käänakutel ja ümbernurgasõitmist.

Selle vältimiseks ei toimu veojõu ülekandmine veoratastele mitte ühe terviktelje kaudu, vaid kahe teineteisest sõltumata pöörleva veotelje, nn. p o o l t e l j e



Joon. 510. Diferentsiaali töötamise põhimõte.

kaudu. Mõlema pooltelje vahele, diferentsiaalikarbi sisse, asetataksegi diferentsiaal, mille abil võimaldub ühe veoratta pöörlemine teisest erineva kiirusega.

Kuidas diferentsiaali abil võimaldub ühe veoratta pöörlemine teisest erineva kiirusega, selgub alljärgnevast näitest.

Võtame kaks hammaslatti, millede vahele asetame hammasratta (joon. 510). Kui hammasratast selle teljest edasi tõmmata, siis liiguvad mõlemad hammaslatid, kui neile ei avaldata takistust, hammasrattaga kaasa, sealjuures hammasratas liigub ümber oma telje pöörlemata edasi, tõmmates hammaslatid kaasa. Seega on mõlema hammaslati edasiliikumise kiirus sama, mis hammasrattalgi.

Kui ühte hammaslatti kinni hoida ja siis hammasratast pikkuse „a" võrra edasi nihutada, liigub teine hammaslatt kahe pikkuse „a" võrra edasi (joon. 510 *d*). Seega on edasiliikuva hammaslati kiirus kaks korda suurem kui hammasratta nihutamise kiirus (joon. 510 *b*).

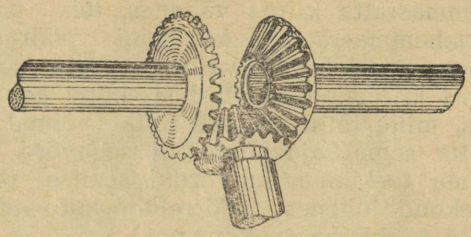
Kui aga ühte hammaslatti mitte täielikult kinni hoida, vaid ainult osaliselt takistada, et see siiski liiguks, ja siis hammasratast pikkuse „a" võrra edasi nihutada, liigub teine hammaslatt sedavõrd kiiremini, s. o. pikema teekonna võrra edasi, kui palju takistatud hammaslatt aeglustus ja lühema maa edasi liikus. Mis takistatud hammaslatt edasiliikumise kiiruses ja teekonna pikkuses kaotas, antakse hammasratta kaudu teisele latile juurde (joon. 510 *c*). See ongi, mis toimub auto sõidul käänakul. Niipalju, kui auto sisemine ratas aeglustus ja vähema teekonnapikkuse kattis, liikus väline ratas kiiremini ja kattis pikema teekonna.

Kui aga hammasratta telge kohal hoida ning ühte hammaslatti edasi nihutada, siis liigub teine hammaslatt teisesuunaliselt sama võrra ja sama kiirelt (joon. 510 *e*).

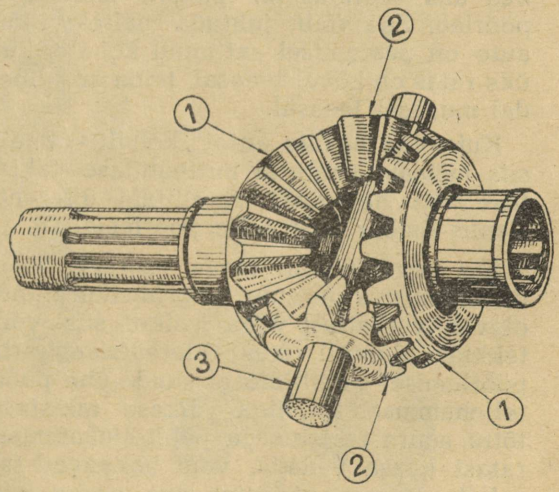
Siintoodud näidetest selgub, et igal juhul on hammasratta edasinihkumise teekond ja kiirus poole võrra väiksem kui mõlema hammaslati edasiliikumiste teekondade ja kiiruste summa.

Kui nüüd kujutleme, et keerame mõlemad hammaslatid rõngasse ja kinnitame kummagi rõnga külge ühe auto pooltelje ühes rattaga (joon. 511), siis ongi meil diferentsiaal oma elementaarsel kujul asetatud kahe pooltelje vahele.

Tegeliku diferentsiaali juures pole meil loomulikult tegemist kahe rõngasse keeratud hammaslatiga, vaid kahe koonilise hammasrattaga, mida nimetatakse, kuna nad asetsevad pooltelgedel, p o o l t e l j e h a m m a s r a t a s t e k s (joon. 512). Poolteljehammasrataste vahel asetsevat hammasratast, mis on tegeliku diferentsiaali juures samuti kooniline, nimetatakse s a t e l l i i d i k s. Satelliithammasrattaid ei kasutata diferentsiaalis kunagi ühte, vaid kahte kuni nelja. Kogu see hammasrataste komplekt, mida nimetatakse d i f e r e n t s i a a l i k s, asetatakse diferentsiaalikarbi sisse, mis saab liikumise, nagu teada, peaajamilt (joon. 496). Satelliithammasrattad võivad vabalt pöörelda ümber oma telje, mis on kinnitatud diferentsiaalikarbi külge. Poolteljehammasrattad asetsevad pooltelgede nuutidel ning pole mitte kinnitatud diferentsiaalikarbi külge, vaid võivad selles pöörelda. Selleks asetsevad nad diferentsiaalikarbis pronkspuksidel.



Joon. 511. Elementaarne diferentsiaal.



Joon. 512. Poolteljehammasrattad ja satelliidid.
1 — poolteljehammasratas, 2 — satelliithammasratas, 3 — satelliittelg.

Mootori veojõu ülekandmine toimub peaajamilt diferentsiaalikarbile, mis pööreldes tiirutab enesega kaasa satelliithammasrattad. Viimased omakorda veavad poolteljehammasrattad kaasa. Kuna auto veorattad on pooltelgedega ühendatud poolteljehammasratastega, hakkavad ka auto veorattad pöörlema.

Kui auto liigub sirgel ja siledal teel, pöörlevad poolteljehammasrattad, veetuna diferentsiaalikarbi poolt satelliitide kaudu, sama kiirelt, kui diferentsiaalikarpki. Satelliidid sealjuures ümber oma telje ei pöörle, vaid moodustavad justkui luku mõlema poolteljehammasratta vahel (võrdle näidet joonisel 510 *a*), mis veavad poolteljehammasrattad kaasa.

Kui aga auto liigub käänakul, siis on auto sisemise ratta liikumine takistatud (võrdle näidet joonisel 510 *c*) ning selle liikumine aeglustub. Et aga diferentsiaalikarp endise kiirusega edasi pöörleb, hakkavad satelliidid, pidurdatuna ühelt küljelt aeglustunud poolteljehammasratta poolt, oma telje ümber pöörlema, ning sedavõrd, kuivõrd aeglustunud poolteljehammasratta kiirus väheneb, teist poolteljehammasratast kiiremini pöörama. Seega pöörleb auto väline veoratas sedavõrd kiiremini, kuivõrd sisemine aeglustus, mille tõttu välisel rattal võimaldub katta samal ajavahemikul sedavõrd pikema teekonna, kuivõrd sisemise ratta teekond lühenes. (Võrreldes auto tagasilla keskkoha teekonnaga.)

Auto võib aga sattuda ka olukorda, kus üks veoratas on paigal, teine aga pöörleb. See võib juhtuda näiteks, kui auto on peatumisel sattunud kohale, kus üks ratas on kõval teeosal, teine aga libedal mudasel teeosal.

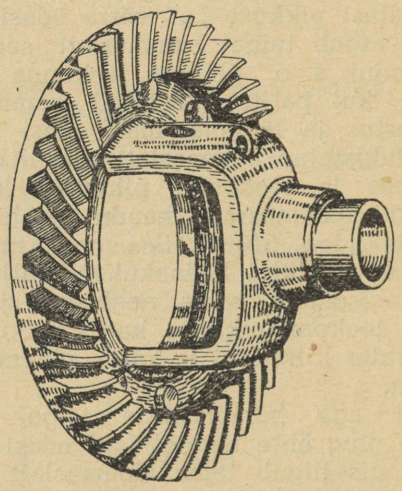
Kui nüüd hakata autot „kohalt võtma", siis mõlema veoratta mitteühtlase takistuse tõttu hakkavad satelliidid diferentsiaalis ümber oma telje pöörlema.

Kui kõval pinnal oleva veoratta hõõrdumistakistus on suur ning libedal pinnal oleval veorattal väga väike, siis võib tekkida olukord, kus diferentsiaalikarbi pöörlemisel satelliidid ei suuda ühe poolteljehammasratta liiga väikese takistuse tõttu suure takistusega poolteljehammasratast kaasa vedada, vaid hakkavad ise sellel veerema, pöörates aga seega mudal vabalt libiseva veoratta poolteljehammasratast kaks korda kiiremini, kui pöörles diferentsiaalikarp (võrdle näidet joonisel 510 *d*).

Autol võib koguni juhtuda olukord, kus auto edasisõidul üks veoratas liigub ühtepidi ja teine teistpidi. See võib juhtuda näiteks olukorras, kus autot järsult pidurdatakse käsipiduriga, mis töötab kardaanvõllil, kusjuures pidurdatakse niivõrd tugevalt, et kardaanvõlli pöörlemine peatatakse. Seega on peatatud ka diferentsiaalikarp koos satelliitide teljega. Kui nüüd auto edasi liigub, veereb see veoratas, mis on kõvemal pinnal, edasi ning pöörab satelliitide kaudu, mis pöörlevad ümber oma telje, teist veoratast, mis momendil on libedamal pinnal, teisesuunaliselt (võrdle näidet joonisel 510 *e*).

Diferentsiaalide konstruktsioone

Kahte satelliithammasratast kasutatakse peamiselt sõiduautodel. See võimaldab kasutada satelliitide teljena lihtsat silindrilist varrast ja lihtsamat, ühest tükist koosnevat diferentsiaalikarpi (joon. 513).

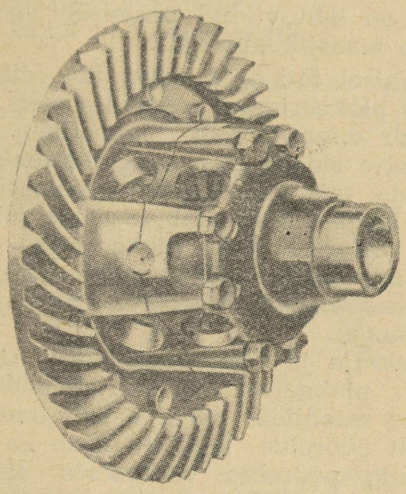


Joon. 513. Kinnine diferentsiaalikarp ühes sellele kinnitatud taldrikhammasrattaga.

Veoautodel kasutatakse peamiselt diferentsiaali nelja satelliidiga, kuna siin toimub suurema veojõu üleandmine. Satelliitide telg on siin tehtud ristteljena, mille valmistamine on keerukam. See omakorda eeldab lahtivõetava, kahest osast koosneva diferentsiaalikarbi kasutamisele võtmist (joon. 514), mis poolitub satelliitide telje kohal ning hoitakse

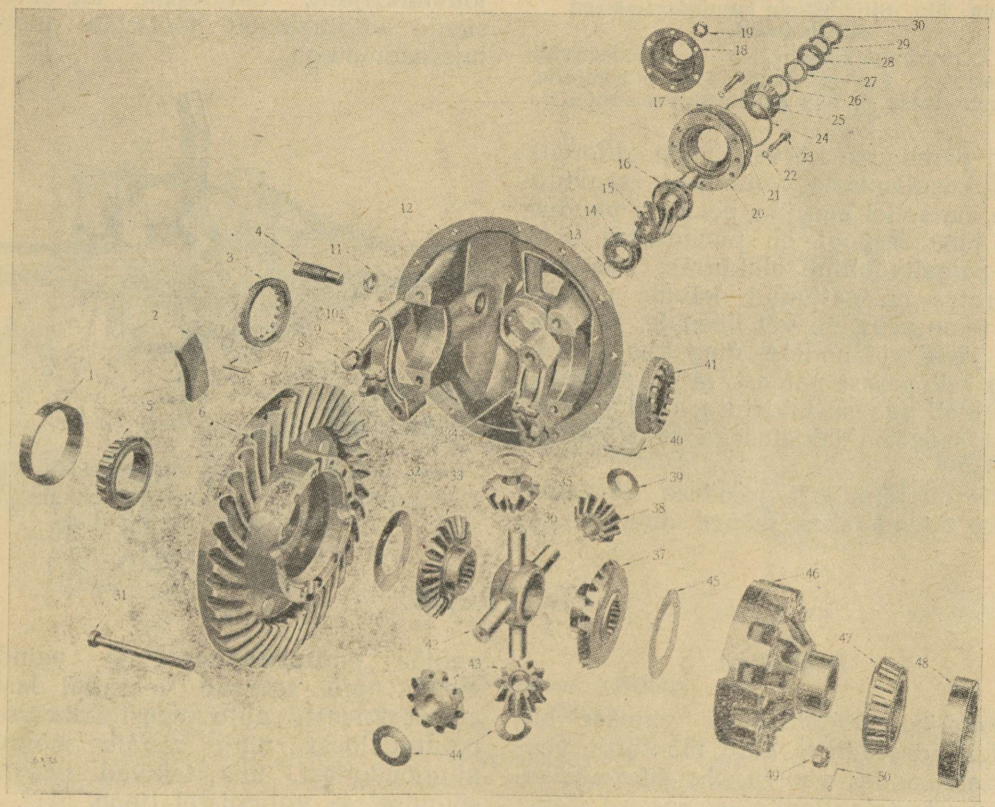
koos poltidega. Mõnedel autodel valmistatakse diferentsiaalikarbid koguni kolmest osast koosnevatena.

Satelliitide kokkupuutepind diferentsiaalikarbiga tehakse keralisena ja täiesti siledana, et neid paremini tsentreerida, ning vähendada hõõrdumistakistusi satelliitide pöörlemisel. Viimasel ajal asetatakse satelliitide ja diferentsiaalikarbi, samuti poolteljehammasrataste ja diferentsiaalikarbi vahele vaskseibid, et vähendada hõõrumistakistust. Diferentsiaali kulumisel on võimalik neid seibisid uuendada paksematega. Suuremal osal autodel asetsevad poolteljehammasrattad poolteljenuutidel, kuid leidub ka poolteljehammasrattaid, mis on valmistatud ühes tükis pooltelgedega.



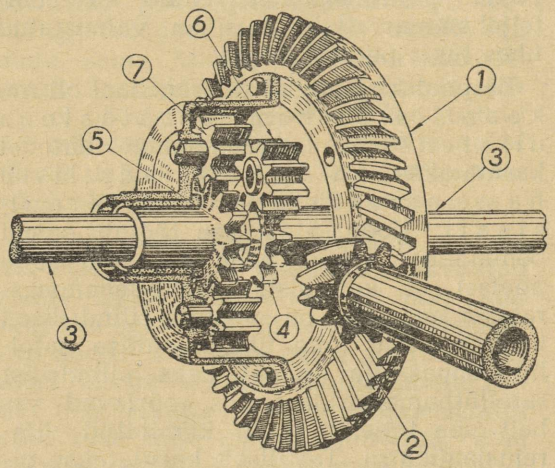
Joon. 514. Poolitatav diferentsiaalikarp.

Eespool kirjeldatud diferentsiaal oli nn. kooniliste hammasratastega diferentsiaal. Mõningatel autodel kasutatakse ka nn. silindriliste hammasratastega diferentsiaali (joon. 515). See töötab samal põhimõttel, erineb eelmisest vaid selle poolest, et kooniliste poolteljehammasrataste asemele on võetud silindrilised hammasrattad ning ühe koonilise satelliithammasratta asemel kaks silindrilist satelliithammasratast, mis pöörlevad vabalt oma teljel, mis on kinnitatud diferentsiaalikarpi. Tavaliselt kasutatakse di-



Joon. 514-a. Diferentsiaalikarp lahtivõetult.

ferentsiaalis kolm paari silindrilisi satelliithammasrattaid. Need satelliithammasrataste paarid on asetatud selliselt ja hammasratta laiused on valitud niisugused, et ühe paari mõlemad hammasrattad jooksevad omavahelises hambumises, kuid üks on ühtlasi hambumises ühe poolteljе silindrilise hammasrattaga ning teine teise poolteljе hammasrattaga.



Joon. 515. Silindriliste hammasratastega diferentsiaal.

1 — taldrikhammasratas, 2 — kardaanvõlli hammasratas, 3 — poolteljе, 4, 5 — poolteljе-hammasratas, 6, 7 — satelliithammasratas.

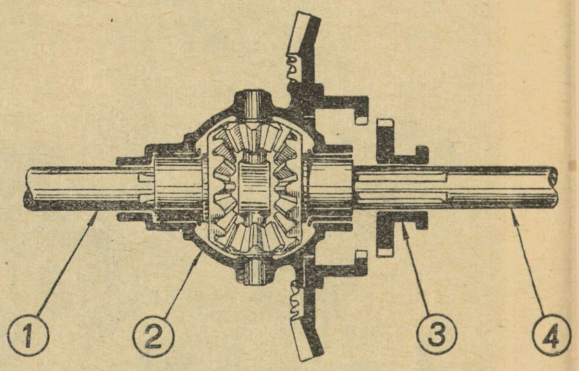
Rea paremuste kõrval, mida diferentsiaali kasutamisele võtmisega saavutatakse, on sellel aga üks peamine puudus, mida juba eespool on puudutatud, s. o. auto paigaltvõtmine olukorras, kus auto üks ratas on sattunud kõvale pinnale ning teine pehmele või libedale, kas mudale, jääle või lumele, ning kus auto ei nihku sellepärast paigast, et diferentsiaal võimaldab vähese takistusega ratta pöörlemist suurema takistusega ratta paigalseisul.

Selle diferentsiaali puuduse kõrvaldamiseks täiendatakse mõned diferentsiaalid plokeerimise võimalusega, s. o. seadmega, mille abil saab mõlemad poolteljed omavahel ühendada. Seega pöörlevad plokeeritud diferentsiaalil mõlemad veorattad üheaegselt, koos diferentsiaalikarbiga, sõltumatu sellest, mis pinnal kumbki ratas on. Diferentsiaali plokeerimine on läbi viidud peamiselt veoautodel ja maastikuautodel.

Joonisel 516 on toodud ühe diferentsiaali plokeerimise seadme skeem. Siin toimub diferentsiaali plokeerimine ühe poolteljе sidestamise teel diferentsiaalikarbiga, mis toimub ühe hammasmuhvi abil. Plokeerimist saab teostada juhiruumist diferentsiaali plokeerimise kangi abil, mis on seotud hoovastiku kaudu diferentsiaalikarbil asetseva plokeerimisseadmega.

Poolteljе ja diferentsiaalikarbi sidestamisel, plokeerimisseadme sisselülimisel, ei saa satelliidid enam ümber oma telje vabalt pöörelda, mistõttu saab ka teine poolteljelg pöörelda vaid koos diferentsiaalikarbiga.

Peale siintoodud plokeerimisseadme, kus plokeerimist teostab vajaduse korral jõuvankrijuht, ehitatakse ka diferentsiaale automaatselt töötavate plokeerimisseadmetega.



Joon. 516. Plokeeritava diferentsiaali skeem.

1 — poolteljelg, 2 — diferentsiaalikarp, 3 — hammasmuhv, 4 — poolteljelg.

VEOTELJED

Poolteljed

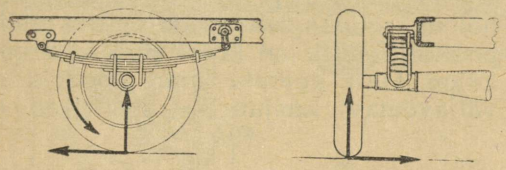
Poolteljed moodustavad viimase lüli jõuülekandeseadmes auto mootorilt veoratasteni, andes veojõu üle diferentsiaalilt veoratastele. Poolteljed peavad olema küllalt tugevad, et taluda ülekantava veojõu pöördemomenti ja paindemomente, mis tekivad veorattal lasuvast autoraskusest, auto edasilükkamise ja pidurdusjõust ning rattale mõjuvatest külgjõududest, mis tekivad käänakutel sõitmisel ja viitamistel (joon. 517).

Veorataste sidestusviisiga poolteljega

ning ratta ja pooltelje toetuslaagrite asetusviisiga on võimalik saavutada, et pooltelg võtaks vastu:

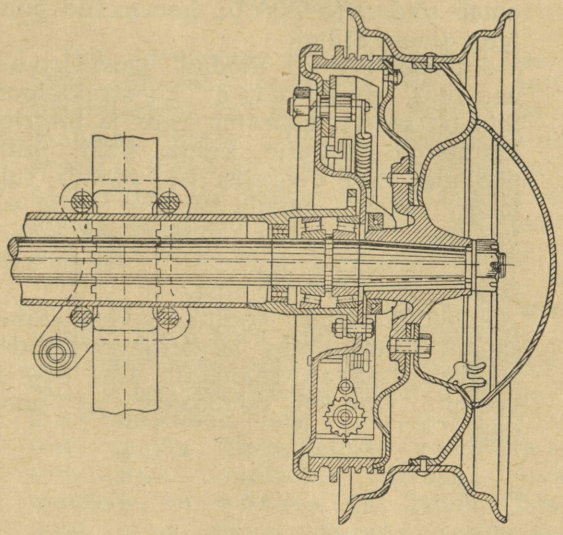
a) nii pöördemomendi kui ka kõik paindemomendid,
b) pöördemomendi, kuid ainult osa paindemomentidest,
c) ainult pöördemomendi.

Vastavalt sellele nimetatakse pooltel-jed koormatud pooltelgedeks, poolkoormatud pooltelge-deks ja koormamata pool-telgedeks.

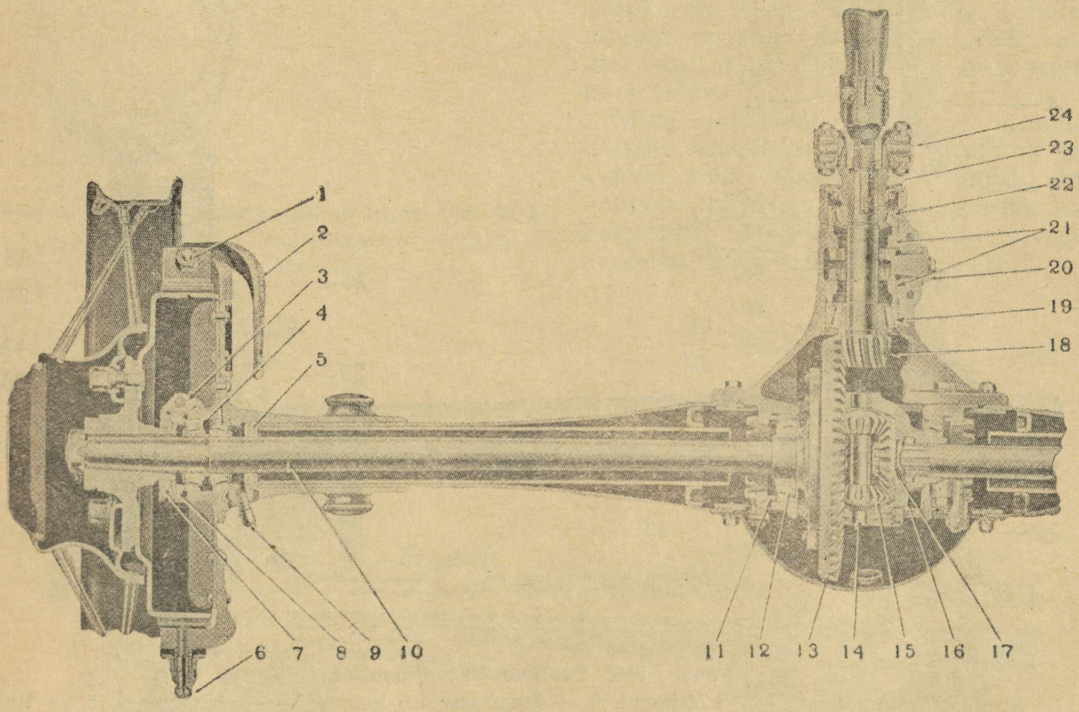


Joon. 517. Tagarattale mõjuvad jõud veojõu ülekande puhul tagarataste kaudu.

Joonisel 518 on toodud koormatud pooltelje konstruktsioon. Koorma-tud poolteljel on veoratas kiilu ja mut-riga otseselt kinnitatud pooltelje külge



Joon. 518-a. Koormatud pooltelg Zis-101.



Joon. 518. Koormatud pooltelg.

1 — piduri reguleerimiskruvi, 2 — pidurihoob, 3 — tõkkeseib, 4 — rattalaager, 5 — viltthend, 6 — piduri reguleerimiskruvi, 7 — vilttihend, 8 — laagri kinnitusmutter, 9 — määrdetoos, 10 — pooltelg, 11 — laagri kinnituskruvi, 12 — diferentsiaalikarbi tugilaager, 13 — taldrikhammasratas, 14 — satelliitide telg, 15 — satelliithammasratas, 16 — diferentsiaalikarp, 17 — pooltelje hammas-ratas, 18 — kardaanvõlli hammasratas, 19 — rull-laager, 20 — laagrite pinetuskruvi, 21 — laagri-tugi, 22 — rull-laager, 23 — laagri kinnitusmutter, 24 — kardaanliigend.

ja pooltelg omakorda toetub välisotsast kas ühe või kahe kõrvutiasetseva koonilise rull-laagri kaudu tagasilla kestale.

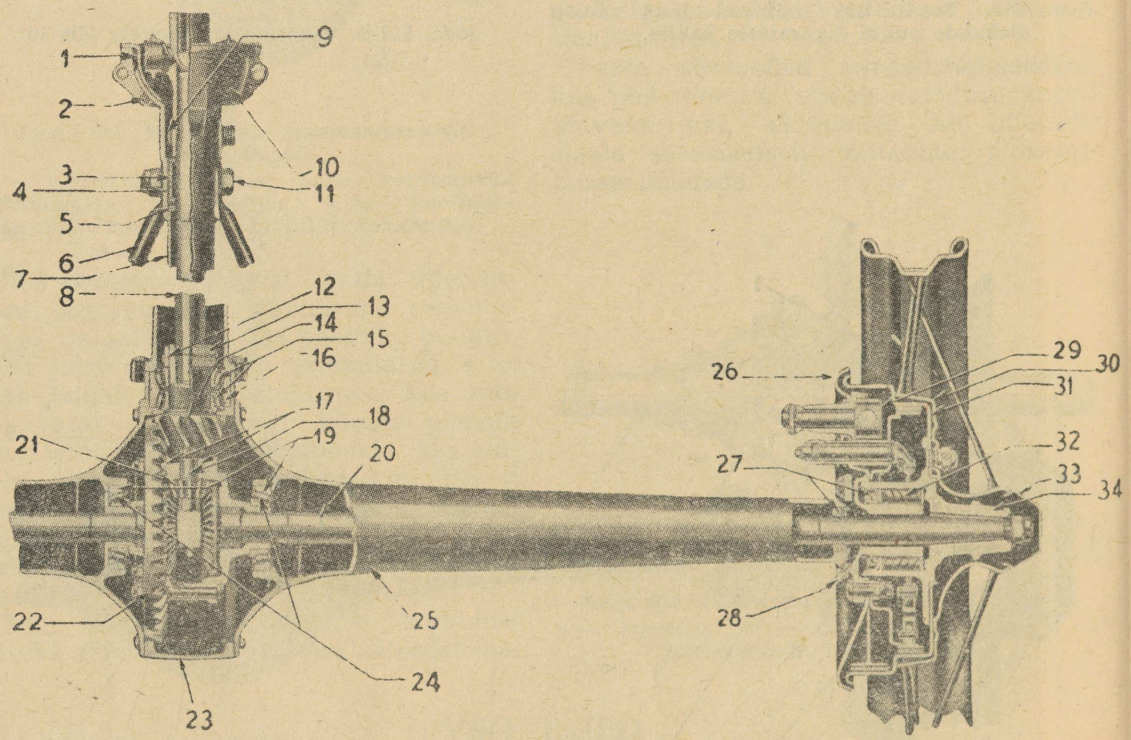
Koormatud pooltelgi kasutatakse sõiduautodel ja kergeveoautodel. Näiteks omab sõiduauto Zis-101 koormatud pooltelgi (joon. 518-*a*).

Joonisel 519 on toodud poolkoormatud pooltelje konstruktsioon. Siin on samuti veoratas kiilu ja mutriga kinnitatud pooltelje külge, kuid mitte pooltelg, vaid veoratas ise toetub rull-laagri kaudu tagasilla kestale. Seega võtab tagasild otseselt endale osa tekkivaist paindemomentidest, vähendades seega pooltelje koormust.

Poolkoormatud pooltelgi kasutatakse samuti sõiduautodel ja kergeveoautodel. Näiteks omavad sõiduauto Gaz M-1 ja veoauto Gaz-AA poolkoormatud pooltelgi.

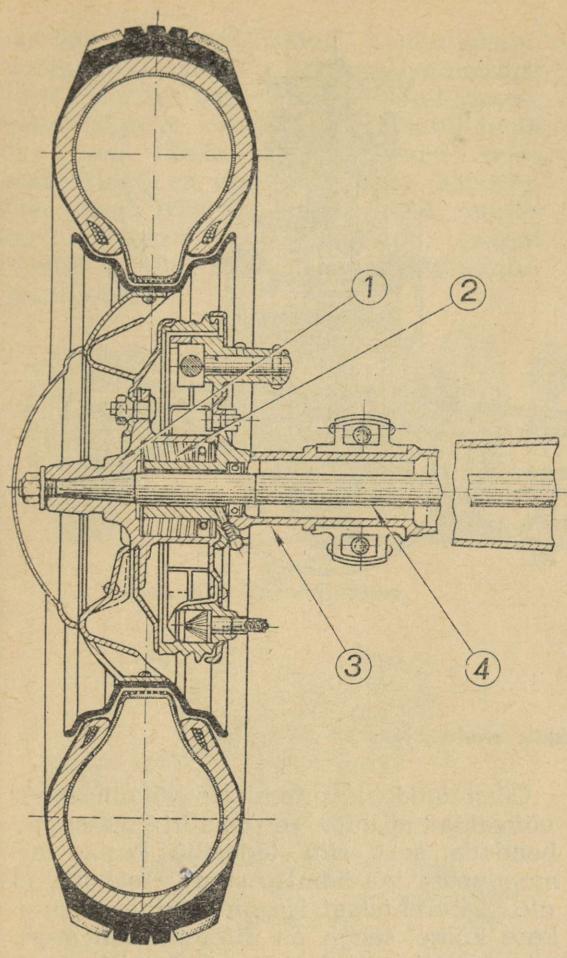
Joonisel 520 on toodud koormamatu pooltelje konstruktsioon. Siin toetub veoratas täielikult kahe koonilise rull-laagri kaudu tagasilla kestale. Seega võtab tagasild veorattalt vastu kõik paindemomendid, jättes pooltelgedele mõjuda vaid pöördemomendi. Koormamatuid pooltelgi kasutatakse kesk- ja raskeveoautodel. Näiteks omavad veoautod Zis-5 ja Jag-6 koormamatuid pooltelgi. Selle mooduse paremuseks võib lugeda seda, et autot saab järel vedades oma ratastel ära vedada, kui üks pooltelgedest on murdunud, mida aga koormatud ja poolkoormatud pooltelgedega autoga teha ei saa.

Koormamatu pooltelje vahetamine on hõlbus, selleks tuleb vaid mutrid, millega pooltelje äärik on kinnitatud rattarummu külge, lahti keerata ning pooltelg ongi väljavõetav, kusjuures ratas jääb oma



Joon. 519. Poolkoormatud pooltelg.

1 — kardaanliigendi kest, 2 — vilttihend, 3 — kardaanvõlli laager, 4 — laagrikest, 5 — tihend, 6 — tagasilla tugi, 7 — kardaanvõlli kest, 8 — kardaanvõll, 9 — kiirusemõõtja ajam, 10 — kardaanliigend, 11 — kinnituspolt, 12 — mutri tõkkeseib, 13 — laagri kinnitusmutter, 14 — kardaanvõlli hammasratas, 15 — rull-laager, 16 — laagrikest, 17 — diferentsiaalikarp, 18 — satelliitide telg, 19 — diferentsiaalikarbi tugilaagri pesa, 20 — pooltelg, 21 — satelliithammasratas, 22 — taldrikhammasratas, 23 — diferentsiaalikest, 24 — diferentsiaalikarbi tugilaager, 25 — tagasild, 26 — piduriketas, 27 — tihend, 28 — määrdenippel, 29 — pidurikühmik, 30 — ratas, 31 — piduritrummel, 32 — rattalaager, 33 — rattakapsel, 34 — rattarumm.



Joon. 519-a. Poolkoormatud pooltelg Gaz M-1.
1 — rattarumm, 2 — rull-laager, 3 — tagasild, 4 — pooltelg.

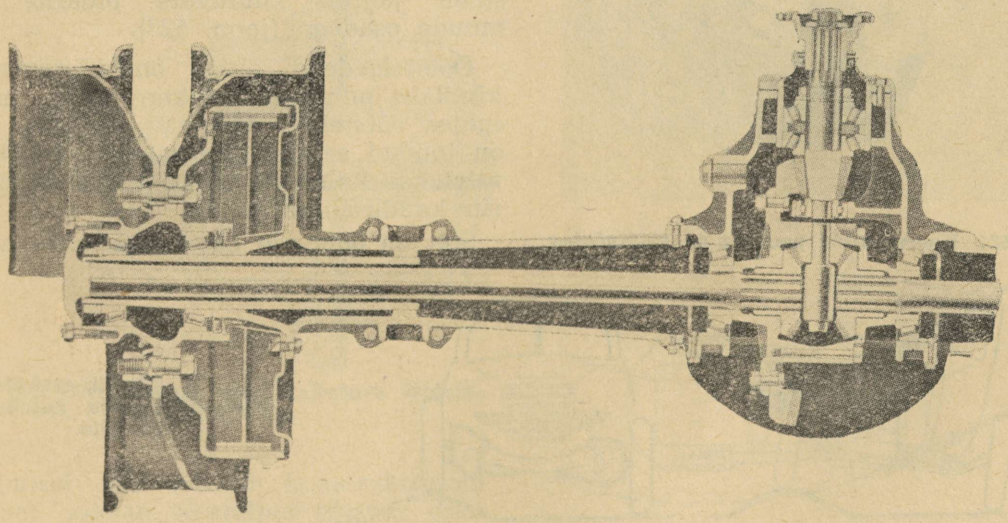
kohale (joon. 521). Koormatud ja poolkoormatud pooltelgede puhul tuleb aga ka ratas lahti monteerida.

Õõtsteljed

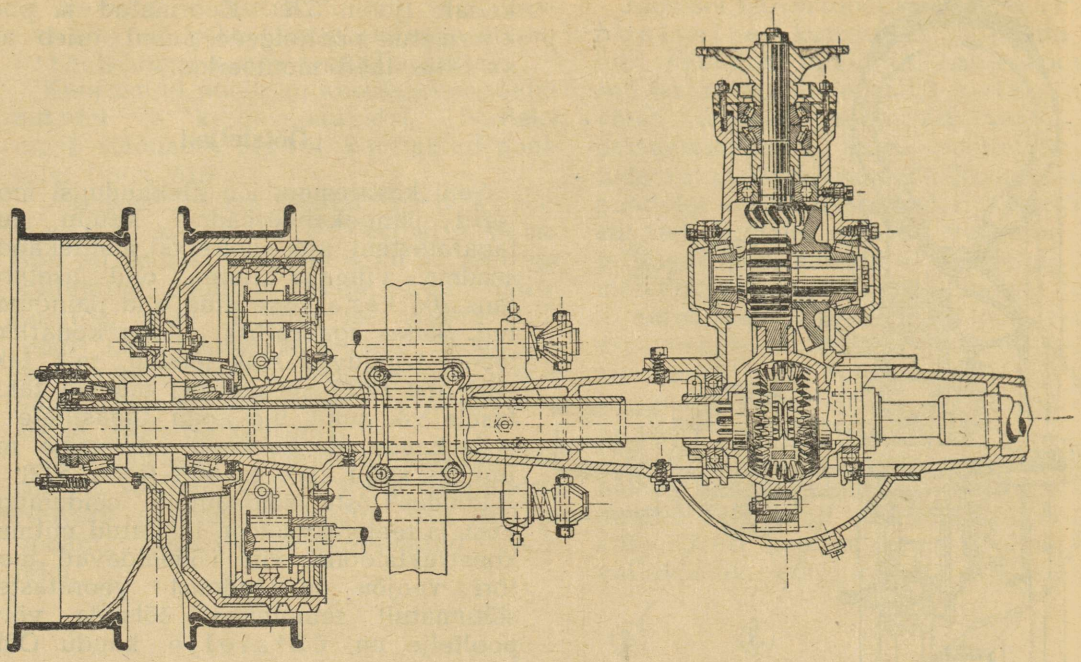
Seni käsitlesime jõu ülekandmist mootorilt jõuülekandeseadme kaudu auto tagaratasteni, kus pooltelged jõuülekandeseadme viimase lülina olid asetatud tagasilla kesta sisse ning olid paindumatud. Sõites aga sellise autoga konarlikel teedel kanduvad kõik tõuked, mis tekivad ühe ratta sattumisest mõnele takistusele või auku, üle kogu tagasillale ja selle kaudu üle ka kogu autokerele, mõjutades kogu kere asendit (joon. 522).

Püüdes tõsta sõiduautode sõidumugavust ja teelpüsivust on leiutatud mitmeid konstruktsioone, mis võimaldavad mootori veojõu ülekandmist veoratastele sõltumatult teineteisest õõtsuda võiva pooltelje, nn. õõtstelje kaudu. Õõtstelje otsas oleva veoratta sattumisel sõidutee takistusele ei kandu tõuge peaaegu üldse üle teisele ratta vedrule ja autokerele, seega tõuge ühele rattale ei mõjuta peaaegu sugugi autokere asendit, vaid ainult õõtstelje ja ratta asendit kere suhtes.

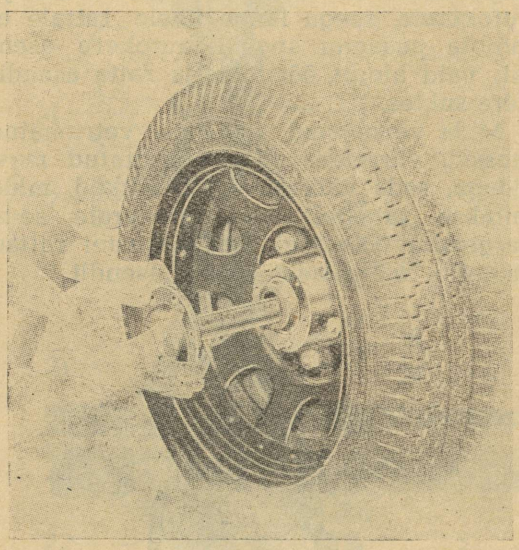
Mida väiksemad on auto vetrumatud massid, võrreldes auto vedrutatud massidega, seda väiksemad on tõuked, mida antakse ratastelt üle autokerele, seda kergemini õõtsuvad teekonarustel rattad omaette, mõjutamata kere asendit.



Joon. 520. Koormamatu pooltelg.



Joon. 520-a. Koormamatu pooltelg Zis-5.

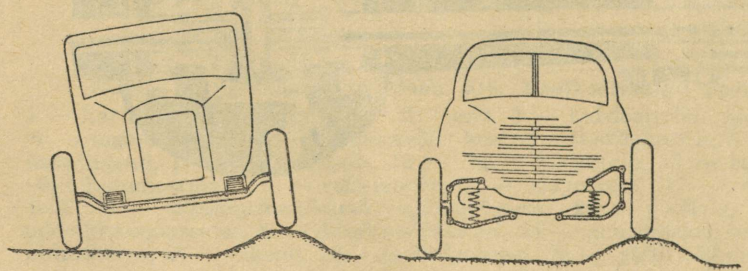


Joon. 521. Koormamatu pooltelg on väljavõetav.

Õõtstelgede kasutamisele võtmine ongi võimaldanud auto vetrumatuid masse vähendada, sest siin tagasilla kesta, mis moodustas võrdlemisi suure raskuse, ei ole. Diferentsiaal ise on kinnitatud autokere külge, seega on diferentsiaali mass, mis samuti moodustas võrdlemisi suure osa tagasilla massist, üle viidud vetrumatute masside hulgast vedrutatud masside hulka. Seega jäävad vetrumatu massi hulka vaid rattad ühes pooltelgedega ja sinna juurde kuuluvate pidurite ja muude osadega (joon. 523).

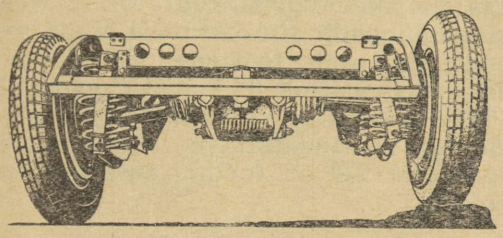
Õõtstelgedega autol on diferentsiaal kindlaks punktiks autokere küljes, mille suhtes õõtsteljed õõtsuvad. Joonisel 524 on toodud selline diferentsiaal, mis kinnitatakse kolmest punktist kummipuhvrite kaudu autoraamile.

Siin on õõtstelje õõtsumine saavutatud

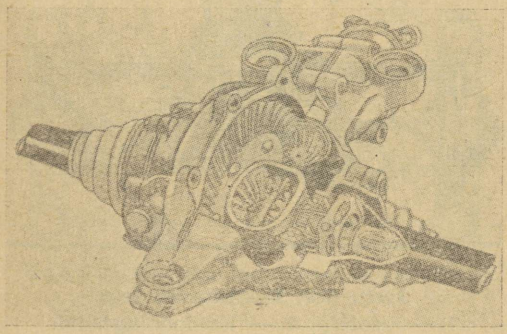


Joon. 522. Tervik-eestelje ja õõtstelgede mõju autokere asendile.

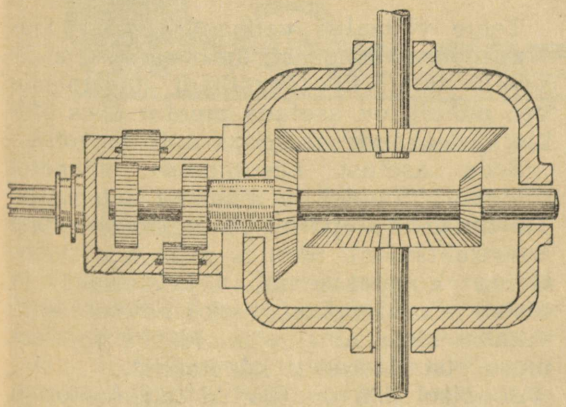
sel teel, et diferentsiaali poolteljehammasrattalt ulatub diferentsiaalikarbist välja ainult üks lühike poolteljeosa, mille külge on kinnitatud kardaanliigendi üks pool. Selle kardaanliigendi teise poole külge on aga kinnitatud õõtstelg. Seega saab õõtstelg diferentsiaali suhtes kardaanliigendi kohal õõtsuda, samuti toimub veojõu ülekandmine kardaanliigendi kaudu.



Joon. 523. Tagaõõtsteljed.



Joon. 524. Autoraami külge kinnitatav diferentsiaal.



Joon. 525. Diferentsiaal kahe kallutuva taldrikhammasrattaga.

Joonisel 525 toodud konstruktsiooni kohaselt saavad õõtsteljed õõtsuda diferentsiaali suhtes selle tõttu, et kummagi õõtstelje otsa on asetatud taldrikhammasratas, mis õõtsuvad kumbki oma kardaanvõlli hammasratta suhtes. Parema ärapaigutamise mõttes on üks kardaanvõlli ja taldrikhammasratta paar väiksem kui teine. Väiksema kardaanvõlli hammasratta võll läbib suurema kardaanvõlli hammasratta, ning diferentsiaal, mis koosneb silindrilistest hammasratastest, on paigutatud väljapoole diferentsiaalikarpi, mõlema kardaanvõlli hammasrataste võllide vahele.

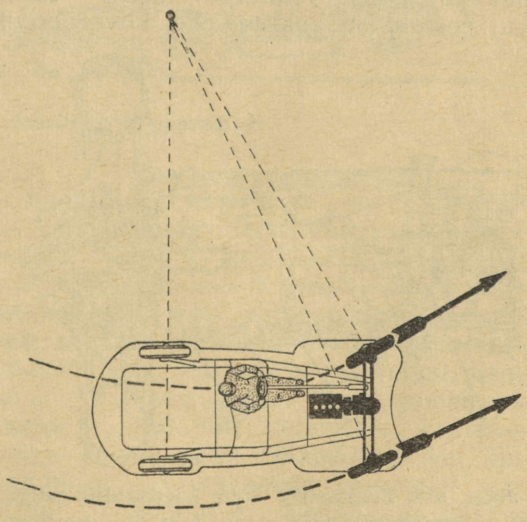
Eesrattavedu

Seni käsitlesime mootori veojõu ülekandmist auto tagaratastele kui enamlevinud jõu ülekandmise viisi. Selle viisi juures auto „lükatakse" tagarataste poolt edasi.

Viimasel ajal aga on võetud kasutamisele, eriti väikeautode juures, mootori veojõu ülekandmine auto eesratastele, nn. e e s r a t t a v e d u. Sel viisil auto eesrattad „tõmbavad" autot järele.

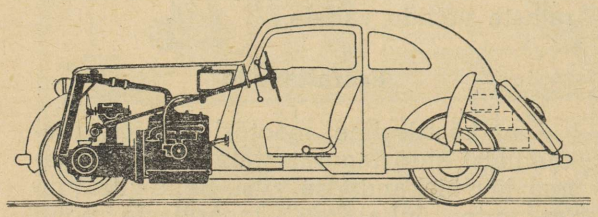
Eesrattaveol on mõningaid paremusi võrreldes tagarattaveoga. Kõigepealt suurem sõidukindlus ja parem teelpüsivus käänakuil sõites, sest eesrataste veojõu suund ühtib käänakul sõitmiseks vajaliku eesrataste väljapööramise suunaga (joon. 526). Tagarataste veol aga need erinevad, mis võib põhjustada auto viitamist.

Eesrataste veol langeb ära mootori veojõu viimine pika ülekande kaudu auto



Joon. 526. Eesrattavedu.

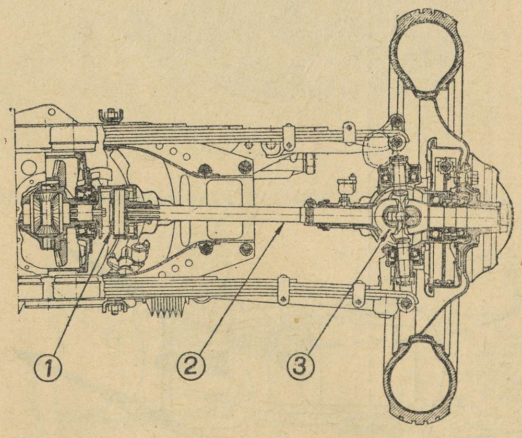
tagaotsa, vaid toimub lühimat teed mööda ühte plokki ehitatud mootorilt, sidurilt, käigukastilt ja diferentsiaalilt, otseselt veoratastele (joon. 527), jättes autokere aluse vabaks, millega võimaldub viia autokere allapoole, mis annab madalama autoraskuskese asendi, seega tõstab omalt poolt sõidukindlust ning võimaldab paremat kere siseruumi kasutamist.



Joon. 527. Jõuülekandeseadme asetus eesrattaveo puhul.

Eesrataste veo puuduseks võiks nimetada raskemat juurdepääsu üksikagregaatide remontimiseks ja eesrataste ning sõidutee katte vahelise haarduvuse vähenemist mäest üles sõidul auto kallakasendi tõttu tahapoole, kuid viimast kompenseerib siiski eesteljel asuv kokkuehitatud mootori ja jõuülekandeseadme ploki raskus.

Eesrataste veo kasutamisele võtmisel esinenud arvamine, et pole otstarbekohane veotelge asetada ette, kus see juhtuval kokkupõrkel muutub kohe edasisõidukõlbmatuks, pole osutunud paikapidavaks, sest ka tagarattaveoautoga pole võimalik edasi sõita, kui eestelg on kokkupõrkel kõverdunud.

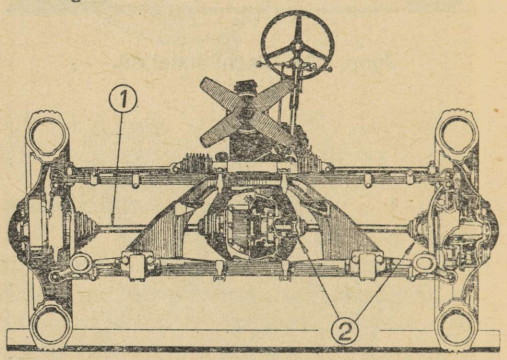


Joon. 528. Eesõõtstelg kahe kardaanliigendiga.
1 — kardaanliigend, 2 — veotelg, 3 — kardaanliigend.

Eesrattaveo konstruktsioonide läbiviimisel tekitas raskusi asjaolu, et eesratastele tuli veojõu ülekandmisel ühtlasi anda võimalust vetruda ja vajalikku sõidusuunda pöörata. Joonisel 528 toodud konstruktsioonis on see saavutatud sel teel, et eesratta käändtelje ja veotelje ristlemiskohale on paigutatud eritüüpi kardaanliigend, mis võimaldab jõu ülekandmist autokere vetrumisel ja ratta väljakeeramisel kuni 40°. Tavalist kardaanliigendit siin kasutada ei saa, sest nende abil saab teostada jõu ülekandmist maksimaalselt 8° kuni 15° nurga all.

Telje õõtsumine võimaldub samal põhimõttelgi, kui tagarattaveo õõtstelgedelgi.

Joonisel 529 on toodud auto eesrattaveo telg.



Joon. 529. Eesrattaveo telg.
1 — veotelg, 2 — kardaanliigendid.

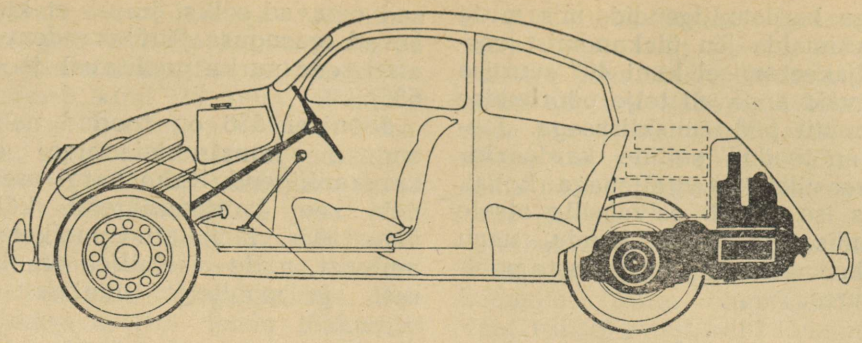
Jõu ülekanne tagamootorilt

Teine võimalus vabaneda pikast jõuülekandeseadmeosast, auto eesotsas asetsevalt mootorilt tagasillani (tagarataste veo puhul), on asetada mootor ühes plokis jõuülekandeseadmega auto tagaotsa.

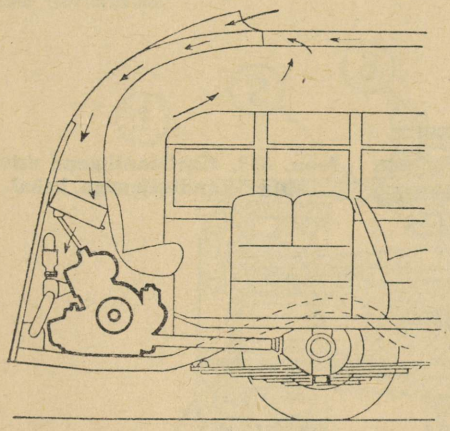
Seda asetust kasutatakse mitmetel sõiduautotüüpidel ja mõnedel autobustel. Ta lihtsustab palju jõuülekandeseadme konstruktsiooni, muutes selle koos mootoriga kompaktsemaks, kergemaks ja tõstab sõidukindlust raskuskeskme allaviimise tõttu ning võimaldab kere sisemuse otstarbekamat kasutamist.

Joonisel 530 on toodud tagamootoriga sõiduauto ning joonisel 531 tagamootoriga autobus.

Mõned suured pikamaa-autobused on varustatud kahe mootoriga, milledest üks asetseb autobuse eesotsas, teine tagaotsas (joon. 532).



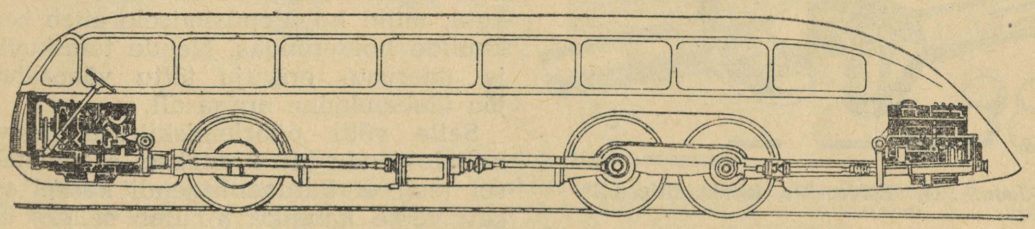
Joon. 530. Sõiduauto tagaasetseva mootoriga.



Joon. 531. Autobus tagaasetseva mootoriga.

misel ei tarvitse tagarattad eesrattaid lükata üle takistuse, vaid eesrattad aitavad endid ise veeremisel üle takistuste. Mõlema teljega veol suudab auto ületada palju järsemat (kuni 35°) mäkketõusu.

Jõu ülekandmine toimub siin auto eesotsas asetsevalt mootorilt käigukasti taga asetsevale jaotuskastile ja sealt ühe kardaanvõlli kaudu auto tagaveoteljele ning teise kardaanvõlli kaudu esiveoteljele. Tavalises olukorras toimub sõitmine ainult tagaveotelje kasutamisel. Esiveotelg lülitakse sisse jõu ülekandmiseks ainult vajaduse korral. See säästab eesrataste rehvide ja jõuülekandeseadme kulu.



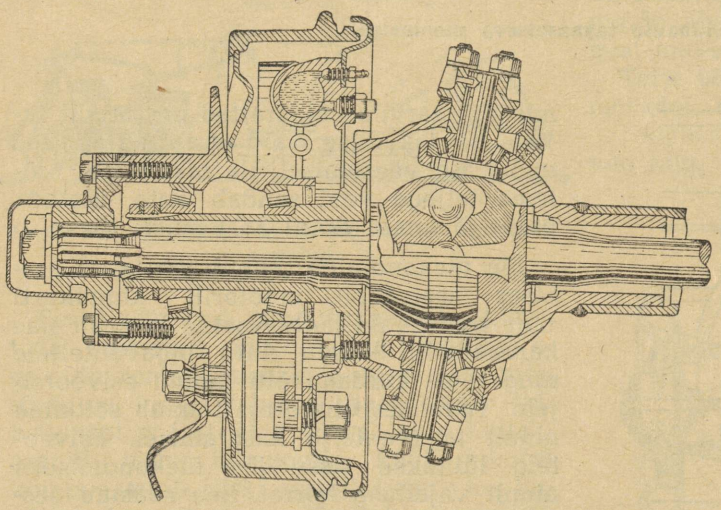
Joon. 532. Autobus ees- ja tagaasetseva mootoriga.

Jõu ülekanne mitmeteljelistel autodel

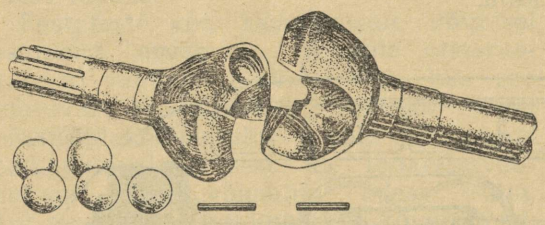
Enamik praegu kasutatavaid kerge- ja keskveoautosid ning autobusi ehitatakse kaheteljelistena, kusjuures jõu ülekandmine toimub auto eesotsas asetsevalt mootorilt kardaanvõlli kaudu taga asetsevale veoteljele. Veoautod, mis on määratud töötamiseks rasketel teeoludel, ehitatakse mõlemad teljed veotelgedena. Sellega saavutatakse 25—35% tugevamat vedu, s. o. veorataste paremat haarduvust teekattega. Takistuste ületa-

Veoautodel ehitatakse esiveotelg taolisena auto tagasillaga ning kannabki nimetust auto *esiveosild*. Kuna ka siin peab toimuma jõu ülekandmisel käänakuil sõites ühe ratta pöörlemine teisest erineva kiirusega, asetatakse ka esiveosilda diferentsiaal ja poolteljed, nagu auto tagaveosillaski. Kuid konstruktsioon muutub siin sellevõrra keerukamaks, et see peab võimaldama jõu ülekandmisel ka eesrataste keeramist soovitud sõidusuunda. Selleks asetatakse eesrataste kääntelienaga kohta erikonst-

ruktsiooniga kardaanliigendid, mis mitte ainult ei võimalda jõu ülekandmist eesrataste väljakeeramisel kuni 40° suuruse nurga all, vaid annavad telje pöörlemise üle muutumatu pöörlemiskiirusega. Joonisel 533 on toodud selline kardaanliigend esiveosilla käändteljenaga kohal. Esiveoratas ise toetub esiveosilla otsale kahe koonilise rull-laagri kaudu, nagu see on ka koormamatute tagarataste pooltelgede juures.



Joon. 533. Kardaanliigend esiveosilla käändteljenaga kohal.



Joon. 534. Esiveosilla kardaanliigend.

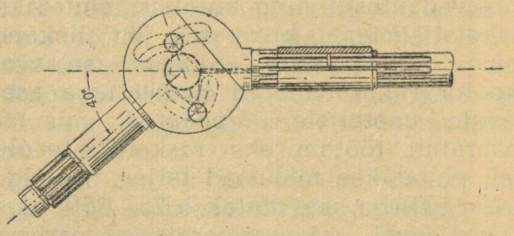
Nagu joonisel 534 toodud, koosneb see kardaanliigend vaid kahest hargist, mis asetsevad veojõudu ülekandvate võllide nuutidel või on valmistatud võllidega ühes tükis, ning neljast teraskuulist, mis pannakse harkides olevatesse sümmeetriliselt asetatud pesadesse. Viies teraskuul asetatakse tsentreerimiseks mõlema võlli vahele ja kinnitatakse kahe splindi abil. Viiendal kuulil on väike õnarus, mis keeratakse selle teraskuuli poole neljast, mis asetatakse kardaanliigendi sisse, selle kokku- ja lahtimonteerimisel.

Püsiv pöörlemiskiirus jõudu ülekantaval võllil saavutatakse sel teel, et kardaanliigendi harkides olevad kuulide pesad omavad sellist kuju, et kuulid asetsevad igasuguse jõuülekandenurga puhul alati seda nurka poolitaval joonel (joon. 535).

Joonisel 536 on toodud natuke teistsuguse konstruktsiooniga esiveosilla kardaanliigend. Kahe hargi asemel koosneb see kardaanliigend käändteljega ühes tükis valmistatud poolkerakujulisest muhvist, mille siseküljes on kuus õnarust, ja pooltelje nuutidel asetsevast kuuehambalisest muhvist. Poolkerakujulise muhvi ja kuuehambalise muhvi vahele asetatakse igasse õnarusse üks teraskuul, mille kohalepüsimisele aitab kaasa kuulide hoiderõngas. Nende teraskuulide ja õnaruste erikuju tõttu võimaldubki jõu ülekandmine nurga all.

Selle võlli pöörlemiskiiruse püsivus, millele jõudu üle kantakse, saavutatakse sel teel, et kardaanliigendi keskel asetsev väike kangike nihutab selleks ettenähtud vahekausi kaudu teraskuulid alati asendisse, mis poolitab jõudu ülekandvate telgede vahelist nurka. Eesratta rumm on laagerdatud käändteljele.

Autoasjanduse püsiv areng on esile

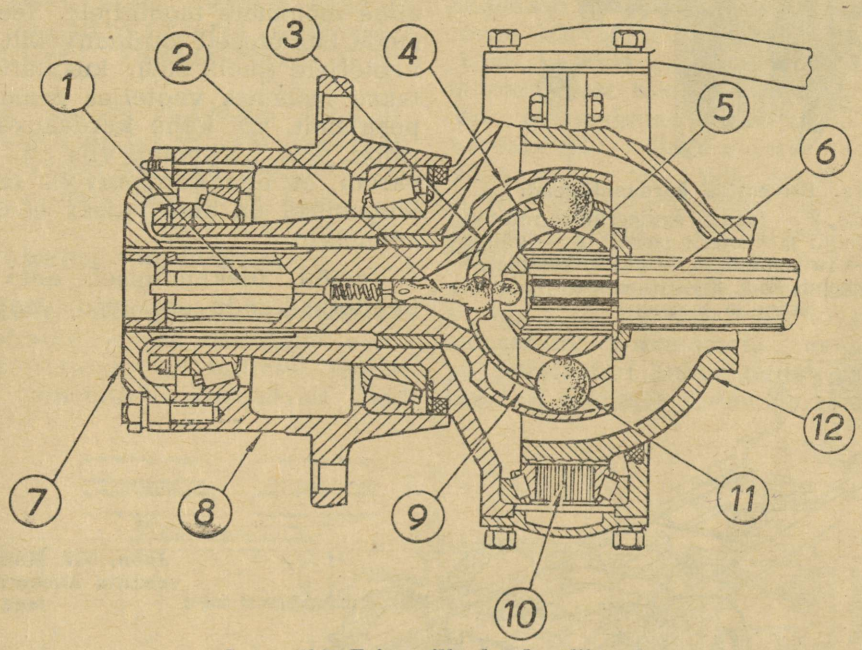


Joon. 535. Kardaanliigendi kuulid asetsevad nurka poolitaval joonel.

toonud juba veoautode ja autobuste konstruktsioone, millede kandevõime on kuni 16 ja enam tonni. See eeldab kogukaalu vähemalt kuni 25 tonni. Selliseid jõuvankreid ei saa enam ehitada kaheteljelistena, kuna selle raskusjõud telgedele, mis on ette nähtud teedekasutamise määrustes, ületab lubatavuse piiri. Näiteks on Nõukogude Liidus lubatud kaheteljelisi jõuvankreid kasutada maksimaalselt 13-tonnilise kogukaaluga. Sellega välditakse asjatut teede lõhkumist liiga suure erisurve toimel maapinnale rehvide kaudu ja sildade lubatud kandevõime ületamist.

pole koormus ühtlaselt jaotatud kõigi rataste vahel, ning rehvid, sattudes üksikult tee konarustele, kannatavad ülekoormuse all, mis vähendab nende kasutamise iga. Mitte kõigi rataste kandmine sõidul konarlikel teedel vähendab väiksema hõõrdumispinna tõttu auto pidurdamise jõudu.

Kahekordsete tagaveorataste puhul ei läbista mõlemad kõrvuti asetsevad rattad käänakuil sõites ühepikkust teekonda, vaid välisel rattal, kui käänaku keskpunktist kaugemal oleval, tuleb katta pikem teekond, rattad aga on seotud ning pöörlevad koos. Seega tekib käänakuil sõites



Joon. 536. Esiveosilla kardaanliigend.

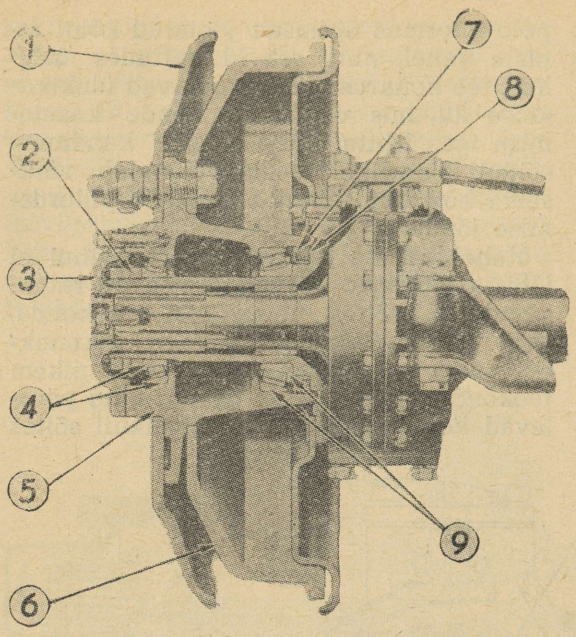
1 — veotelg, 2 — vahekausi kangike, 3 — vahekauss, 4 — poolkerakujuline muhv, 5 — kuuehambaline muhv, 6 — pooltelg, 7 — rattarummu ja veotelje sidesti, 8 — rattarumm, 9 — kuulide hoiderõngas, 10 — käändteljenaga, 11 — kuul, 12 — esisild.

Teiseks seab auto kandevõimele piiri kummirehvide vastupidavus. Kuigi kaheteljelisel autol võetakse kasutamisele suuremõõtelised kummirehvid ja asetatakse tagateljele kahekordsed rattad, on sellega siiski auto kandevõime piiratud ning suurema kandevõimega autode ehitamisel tuleb võtta kasutamisele kolm telge.

Ka on osutunud kaheteljelise kahekordsete tagaratastega autodel rida puudusi, peamiselt kummirehvide kuluvuse ja vastupidavuse seisukohalt. Nimelt on osutunud, et kahekordsete rataste puhul rataste lohisemine maapinnal, mis põhjustab asjatut rehvide kulumist.

Ka tekitab asjatut tööd, kui kõrvutiasetsevatest ratastest sisemise ratta rehvil tekkis vigastus. Selle mahamonteerimiseks tuleb väline ratas maha monteerida.

Need on olnud põhjuseks, miks kaheteljelise kahekordsete tagaratastega autode kõrval ehitatakse kolmeteljelised autod ühekordsete ratastega. See võimaldab ka koormust rohkem üle viia auto tagaratastele, vabastades osaliselt sellest eesrattad hõlpsamaks juhtimiseks,



Joon. 536-a. Esiveosilla kardaanliigend.

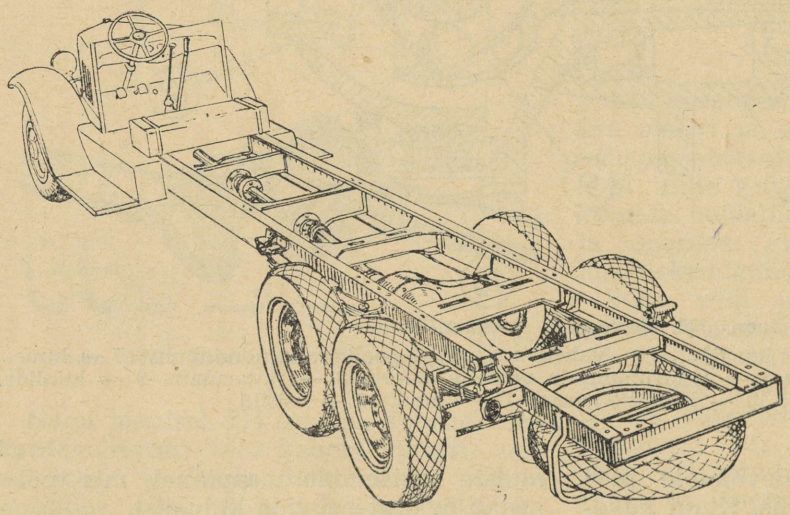
1 — ratta kilp, 2 — laagri reguleerimise mutter, 3 — rattarummu ja veotelje sidesti, 4 — väline laager, 5 — rattarumm, 6 — piduritrummel, 7 — tihendi kest, 8 — tihend, 9 — sisemine laager.

ning autoraami pikendamist suurema platvormi ehitamiseks.

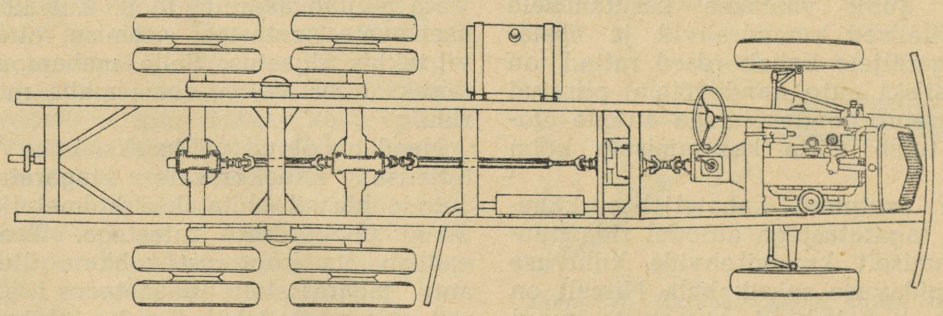
Jõu ülekandmine võib toimuda ka ainult ühele tagatelgedest (joon 537), kusjuures teine tagatelg on vaid raskuse kandmiseks. Selle konstruktsiooni puuduseks on väiksem veojõud ühekordsete veorataste tõttu. Kuna selline konstruktsioon on odavam kui veojõu ülekandmisel mõlemale tagateljele, kasutatakse seda mõningatel linna lähisveoautodel ja -autobustel, kus on oluline autoplatvormi või autobuse kere maht.

Tavaliselt aga toimub kolmeteljelisel veoautol või autobusel veojõu ülekandmine mõlemale tagateljele. See võib toimuda kas ühiselt kardaanvõllilt mõlemale veoteljele (joon. 538), kusjuures kasutatakse mõlemas veoteljes peamiselt tigupeaajamit, või kahe kardaanvõlli kaudu (joon. 539). Viimane viis on selle tõttu parem, et ühe kardaanvõlli reast väljalangemisel on auto siiski edasisõitmisevõimeline.

Veojõu ülekandmisel auto mõlema tagatelje kaudu on auto veojõud palju



Joon. 537. Kolmeteljeline veoauto ühekordsete ratastega.



Joon. 538. Jõu ülekandmine kahele tagasillale ühe kardaanvõlli kaudu.

suurem, kummirehvide koormatus ühtlasemalt jaotatud kõigi veorataste rehvide vahel, mis väldib üksiku sagedast ülekoormatust. Auto on sõidukindlam ka libedatel ja jäätunud teedel.

Kolmeteljelised veoautod, mis on määratud töötamiseks rasketes teeoludes, tagavankri või muu järelraskuse veol, ehitatakse veojõu ülekandmisega kõigile kolmele teljele (joon. 494).

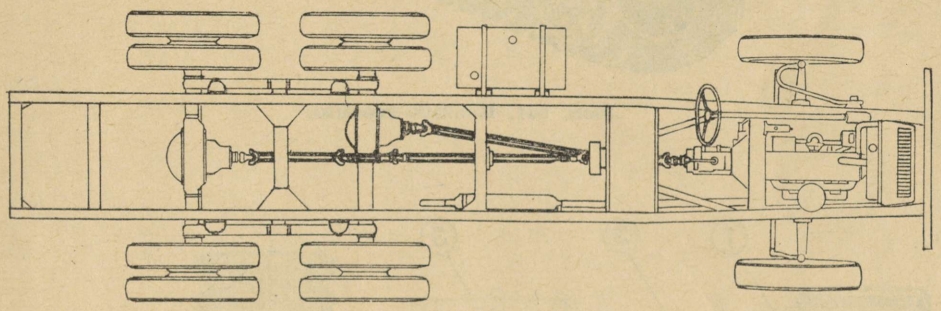
Neljateljelisi autosid ehitatakse vähe. Need on määratud kas suurte raskuste veoks (üle 15 t) või eriotstarbelistena mitme järelvankri veoks korraga. Jõu ülekandmine toimub peamiselt mõlema tagatelje kaudu, kuna mõlema eestelje rattad on tehtud väiksema pöörderaadiuse saamiseks keeratavatena (joon. 540).

Veoautod, mis on määratud töötamiseks eriti halbadel teedel või maastiku tingimustes, ehitatakse ka veojõu ülekandmisega roomikutele (joon. 541).

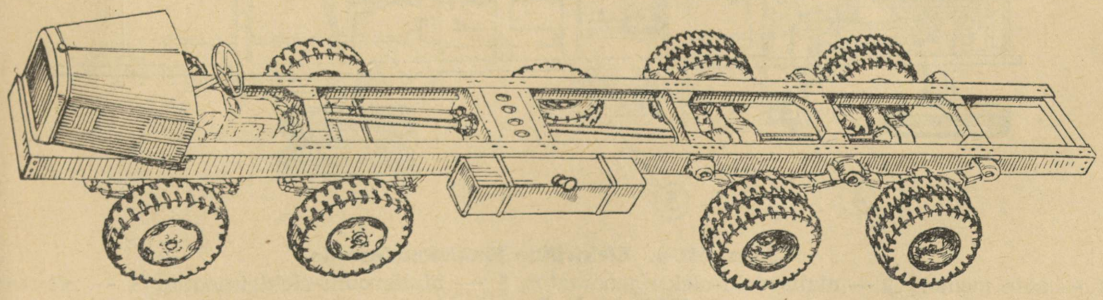
Elektriline jõu ülekanne

Kuigi nüüdisaegsete autode mehaaniline ja hüdrauliline jõu ülekanne mootorilt tagaratasteni on mitmeti konstruktiivselt täiustatud, koosnevad nad siiski hulgast üksikseadmest, mis omavad üksteise suhtes hõõrduvaid osasid, mis sagedasel kasutamisel kuluvad. Seepärast on võetud neil jõuvankreil, kus toimub sagedane jõuülekandeseadmete käsitsemine jõuvankri peatamiseks ja taas liikumapanemiseks, näiteks siselinna autobustel, kasutamisele mehaanilise või hüdraulilise jõuülekandeseadmete asemele elektriline jõuülekandeseade.

Elektriline jõuülekandeseade (joon. 541-*a*) koosneb automootori taha paigutatud alalisvoolu elektrigeneraatorist, mis on otsesidestatud auto mootoriga. Sagedasti kasutatakse siin bensiinimootorite kõrval ka diiselmootoreid. Autoraami keskele on paigutatud alalisvoolu mootor, kust toimub kardaanvõlli kaudu jõu ülekandmine peaajamile ja sealt veoratastele. Generaatori ja mootori vooluringi on paigutatud reostaat, mille takistuse muutmise lülimine toimub jõuvankrijuhile käepäraselt asetatud lülitushoova abil. Nagu näha, puudub sel seadmel täielikult sidur, kuna mootorit on võimalik käivitada ka koos otsesidestatud koormamata generaatoriga, ja generaatori ankur täidab siin ühtlasi mootori hooratta ülesannet. Samuti puu-



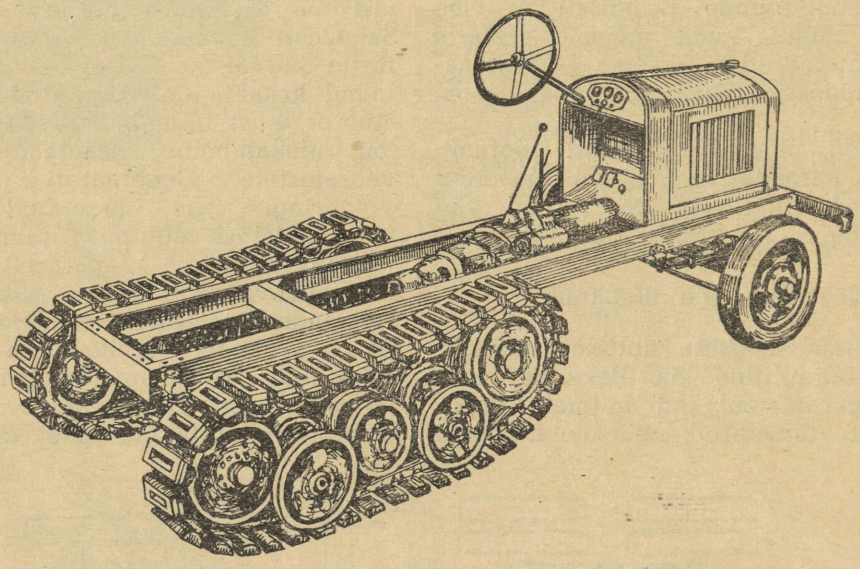
Joon. 539. Jõu ülekandmine kahe kardaanvõlli kaudu.



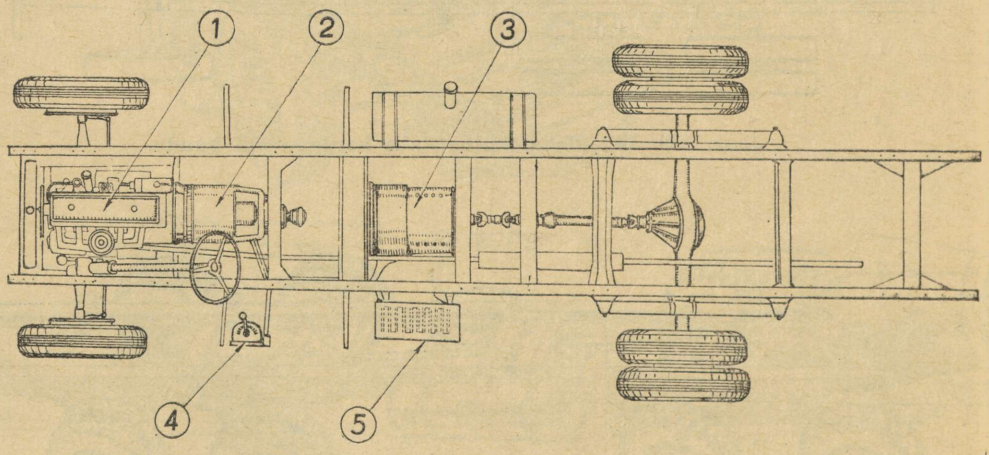
Joon. 540. Neljateljeline veoauto.

dub siin käigukast, sest kasutatav alalisvoolu mootor võimaldab jõuvankri kiirust ja veotugevust sobitada vastavalt esinevatele sõidutakistustele, millele jõuvankrijuht saab kaasa aidata ümber lülitades reostaadi takistuse määra. Kuid viimasel ajal on enam levinud elektrilised jõuülekandeseadmed, kus on ära jäetud ka reostaat, ning elektrimootori võimsuse sobitamine sõidutakistustele vastavaks toimub täiesti automaatselt automootori võimsuse reguleerimisega, nagu sõidul käigukasti otsesidestusel tavalisel mehaanilise jõuülekandeseadmega jõuvankril. Seega langeb siin ära tülikas käiguvahetamine vastavalt esinevale sõiduolukorrale, vaid sõidul tasasel teel kasutatakse automootori võimsus suurema sõidukiiruse arendamiseks, mis võimaldubki, kuna siis generaator arendab kõrgemat pinget.

Rasketes teeoludes või mäkkesõidul, kus jõuvanker liigub aeglaselt, kasutatakse mootori võimsus ära generaatorilt



Joon. 541. Roomik-veoauto.



Joon. 541-a. Elektriline jõuülekandeseade.

1 — auto mootor, 2 — alalisvoolu-elektrigeneraator, 3 — alalisvoolu-elektrimootor, 4 — reostaadi lülitushoob, 5 — reostaat.

tugevama voolu saamiseks, mis on vajalik suurema võimsuse arendamiseks alalisvoolu mootorilt aeglasemal autokiirusel. Nii sobitatakse automootori võimsus vastavalt sõiduolukorrale. Edasitagasi sõidusuuna muutmine toimub elektrilise ümberlüliti abil.

Mõnedel elektrilise jõu ülekandega jõuvankritel on elektrimootorid paigutatud otseselt ratastele, kas ainult tagaratastele või kõigile nelja rattale. Sel puhul langeb ära ka kardaanülekanne elektrimootorilt peaajamini, samuti peaajam, diferentsiaal ja poolteljed.

Elektriline jõu ülekanne pole seni veel kuigi laialt levinud, vaatamata oma käsitsuslihtsusele, sest selle kasutegur on palju väiksem kui mehaanilisel jõuülekandeseadmel, vaid kasutatakse peamiselt olukordades, nagu eespool nimetatud, kus esineb vajadus sagedaseks jõuvankri peatamiseks ja taas liikumapanemiseks, mille juures mehaaniline jõuülekandeseade poleks nii vastupidav kuluvusele ja rikete tekkimises.

VII. JUHTIMISSEADMED

Auto juhtimisseadmete hulka kuuluvad r o o l i s e a d e ja p i d u r i d. R o o l i s e a d e on määratud auto juhtimiseks, s. o. soovitava sõidusuuna andmiseks autole. See toimub auto juhiruumis asetseva rooliratta abil, mis on hoovastiku kaudu ühenduses auto eesratastega, mille pööramisega saavutatakse soovitud sõidusuund.

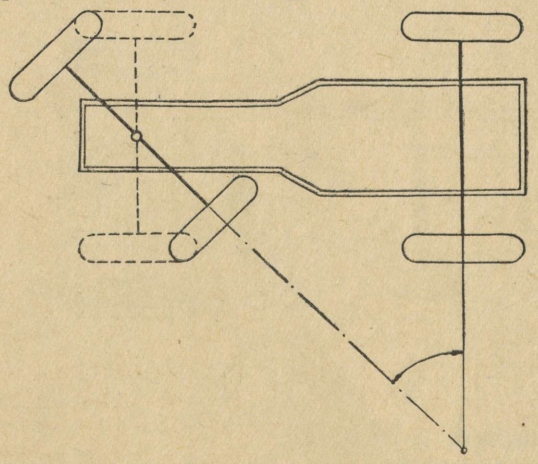
P i d u r d a m i s s e a d e on määratud auto sõidukiiruse vähendamiseks või auto peatamiseks. Pidurdamine toimub auto juhiruumis asetseva pedaalile vajutamisega. Viimane on hoovastiku või hüdraulilisel teel ühenduses auto ratastel asetsevate pidurdusseadmetega, mis avaldavad takistust auto rataste pöörlemisele.

ROOLISEADE

Rooli töötamise põhimõte

Auto eesrataste pööramine soovitud sõidusuunas oleks kõige lihtsamal kujul mõeldav nii, nagu see toimub hobuveokitel. Siin on vankri kogu eestelg ühes ratastega pööratav telje keskkohal asetseval toel (joon. 542) käänaku läbimiseks vajaliku pöördenurga suuruse võrra. Ees- ja tagarattad ise jäävad sealjuures omavahel paralleelseks.

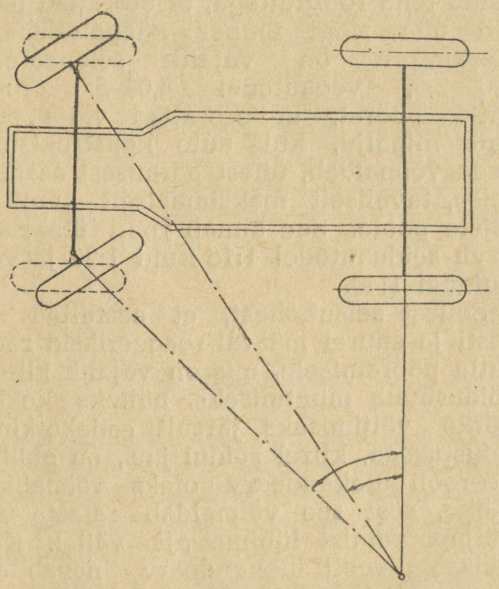
Et mõlema paralleelselt asetseva tagaratta vahel ei tekiks käänakul lohisemist peavad mõlema ratta pöördekeskpunktid asetsema sirgjoonel, mis moodustab tagatelje pikendusjoone. Sama on maksev ka väljapööratud eesrataste kohta. Seega on ees- ja tagatelje pikendusjoonte lõikepunkt pöördekeskpunktiks, mille ümber veok liigub, et ei tekiks rataste lohisemist. Kogu eestelje väljapööramisel, nagu see toimub hobuveovankril, on see tingimus iga pöörderaadiuse suuruse kohta täidetud. Seega oleks ka sellise rataste väljakeeramise viisi kasutamisele võtmine autodel õigustatud, kuid temal on rida puudusi, millepärast seda ei tehta, ja nimelt:



Joon. 542. Eesrataste pööramise skeem hobuveovankril.

Et oleks võimalik eestelge suurema nurga all välja pöörata, tuleks autoraami sedavõrd tõsta, et auto rattad väljapööratud asendis selle alt läbi mahuksid. Kuid sellega muutuks kogu auto ehitus kõrgeks, seega sõidul ebastabiilseks. Teine võimalus oleks autoraam eesrataste kohal teha sedavõrd kitsaks, et jääks rataste väljapööramiseks ruumi, kuid siis ei mahuks automootor raami vahele. Ka väheneb autokere stabiilsus, rataste väljapööratud asendis olles toetatud eesotsas vaid ühes punktis, mis oleks ohtlik, arvestades auto suurte sõidukiirustega. Samuti oleks juhtimine raskendatud selle poolest, et iga teetakistuse löök rattale, suure õla tõttu rattast kuni telje keskkohal asetseva tugipunktini, püüaks kogu eestelje oma asendist välja viia.

Seepärast kasutatakse autode eesrataste väljapööramiseks sellist viisi, kus auto eestelg on kindlalt kinnitatud vedrude kaudu autoraami külge ning eesrattaid, mis asetsevad käändteljel, saab pöörata eestelje suhtes (joon. 543). See võimaldub selle tõttu, et eesratta käändtelg on šarniiriga ühendatud eesteljega. Ka siin peab rataste lohistamise vältimiseks olema täidetud nõue, et auto pöördekeskpunkt asuks tagarataste telje ja eesrataste käändtelgede pikendusjoonte lõikepunktis. Nagu jooniselt 543 selgub, peab selle nõude täitmiseks auto sisemine eesratas olema väljapööratav suurema nurga võrra, kui väline ratas.

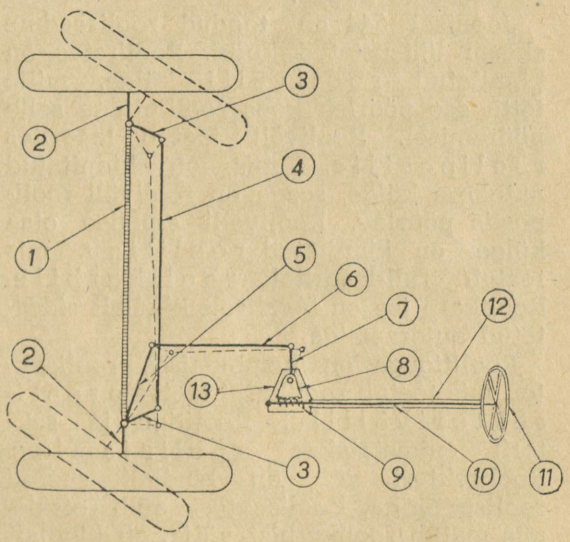


Joon. 543. Eesrataste pööramise skeem autol.

Seda saavutatakse alljärgneva konstruktsiooni kasutamisele võtmisega (joon. 544). Eestelje otste külge on šarniiri abil kinnitatud mõlema ratta käändteljed, millel asetsevad rattad. Käändtelje pööramiseks on kummagi käändtelje külge kindlalt kinnitatud käändtelje hoob nurgi asetusega keskele. Mõlema eesratta üheaegseks pööramiseks on käändtelje hoovad omavahel ühendatud munaliigendite kaudu paralleelvardaga. Paralleelvarras on eesteljest lühem mõlema käändtelje hoova nurgi asetuse võrra. Vasakpoolse käändtelje külge on kinnitatud veel üks hoob, nn. juhtvarda hoob, mis tavaliselt moodustab käändtelje hoova teise haru, ning omakorda sellega on munaliigendi kaudu ühendatud juhtvarras. Juhtvarrast saab nihutada edasi-tagasi juhiruumis oleva rooliratta pööramisega.

Eesrataste pööramiseks, näiteks paremale, tuleb juhtvarrast nihutada tahapoole (joonisel 544 täppjoon). Kuna juhtvarda hoob on kinnitatud kindlalt käändteljega, pööratakse sellega auto vasakpoolset eesratast sama nurga võrra, kui pöördus juhtvarda hoob. Kuna aga ka käändtelje hoob on kindlas seoses käändteljega, pöördub see sama nurga võrra oma endisest asendist, tõmmates enesega kaasa paralleelvarda ja selle kaudu pöörates ka parempoolset ratast. Seega sattus ka paralleelvarras ja parempoolse ratta käändtelje hoob uude asendisse. Sealjuures liikus vasakpoolse käändtelje hoova ots kaart mööda, mis on enamvähem paralleelne paralleelvardaga, parempoolse käändtelje hoova ots aga kaart mööda, mis on suurema nurga all paralleelvardaga. Sellega saavutataksegi, et sõidul käänakutel auto sisemine eesratas pöörduks suurema nurga all kui välimine, et oleks täidetud tingimus rataste veeremiseks ühise pöördekeskpunkti ümber.

Käändtelje hoova pikkuse ja asendi, samuti teiste rooliseadme hoobade õige ja vastastikku sobivate mõõdete õige valikuga saavutataksegi, et auto rataste lohisemine on kõikidel pöörderaadiustel teoreetiliselt peaaegu välditud. See on



Joon. 544. Rooliseadme skeem.

1 — eestelg, 2 — käändtelg, 3 — käändtelje hoob, 4 — paralleelvarras, 5 — juhtvarda hoob, 6 — juhtvarras, 7 — roolisõrm, 8 — roolisektor, 9 — roolitigu, 10 — roolivõll, 11 — rooliratas, 12 — roolipost, 13 — roolikarp.

raskendatud veel selle poolest, et ülekanne peab toimuma roolilt, mis on kinnitatud autokere külge, autoratastele, mis vetruvad. Jõuvankrijuhi ülesanne on auto ekspluateerimisel jälgida, et rooliseadme hoobade vastastikune asend mõnest tekkivast vigastusest ei muutuks, sest vastasel korral rikutakse tingimus, mis tagab rataste lohisematust sõidul ning tekib autorehvide suurendatud kuluvus.

Mõnedel autodel on paralleelvarras asetatud eestelje ette, kuid nagu kogemused on näidanud, tekib siin hõlpsamini paralleelvarda vigastusi, puutudes halbadel teedel sõites vastu teel esinevaid takistusi. Eestelje taga on paralleelvarras enam kaitstud vigastuste eest.

Kuidas toimub eesrataste pööramine

Rooliseade peab tagama ohutut sõitmist igal auto sõidukiirusel. Seepärast peab selle käsitsemine olema teostatav jõuvankrijuhile võimalikult käepäraselt. Selleks ongi rooliratas, mille abil toimub eesrataste soovitud sõidusuunda pööramine, paigutatud juhiruumi, asendisse, mis võimaldab selle käsitsemist võimalikult väikese jõupingutusega. Juhi poolt roolirattale rakendatav jõud eesrataste pööramiseks antakse üle eesratastele rooliseadme kaudu.

Joonisel 544 on toodud rooliseadme skeem lihtsustatud kujul. Rooliratas on kinnitatud r o o l i v õ l l i külge, mille tõttu see pöörleb koos roolirattaga selle pööramisel. Roolivõll toetub laagrites r o o l i p o s t i l e, mis on kinnitatud autokere külge, seega on roolivõll roolipostis pöörlev. Roolivõlli alumise otsa külge on kinnitatud r o o l i t i g u, mis toetub rull-laagritel r o o l i k a r b i l e. Roolikarp ise on tavaliselt kindlalt sidestatud autoraamiga.

Roolitiguga on hambumises roolisektor, mis toetub roolikarpi läbivale r o o l i s e k t o r i v õ l l i l e. Roolitigu ja -sektorit nimetatakse r o o l i a j a m i k s. Roolisektori võll on kindlalt seotud roolisektoriga. Roolisektori võlli otsale, mis ulatub roolikarbist välja, on kindlalt kinnitatud r o o l i s õ r m. Meile juba eespool tuntud j u h t v a r r a s ühendab roolisõrme otsa juhtvarda hoovaga.

Rooliratta pööramisel pöörleb ka roolivõlli kaudu sellega ühenduses olev roolitigu, ning see omakorda olles hambumises roolisektoriga, pöörab roolisektorit. Roolisektoriga koos pöördub ka roolisõrm ning tõmbab oma otsa külge kinnitatud juhtvarda kaasa. Seega rooliratta pööramisel ühes või teises suunas nihkub ka juhtvarras edasi või tagasi, pöörates, nagu eespool juba kirjeldatud, eesrattaid ühele või teisele poole.

Rooliratta pööramisega vasakule, pööratakse ka auto eesrattad sõidusuunda vasakule ja ümberpöördult. Rooliratta asend sõiduks otsesuunas nimetatakse r o o l i k e s k a s e n d i k s.

R o o l i ü l e k a n d e a r v u k s nimetatakse suhet selle vahel, mitu pööret tuleb teha roolirattaga, et eesrattad teeksid ühe ringi ümber käändteljenaga. Keskmiselt on vajalik sõiduautodel 2,0—2,5, veoautodel 4,0—5,0 rooliratta pööret, et eesrattad välja pöörata niipalju, kui auto konstruktsioon seda võimaldab, ühest äärmisest asendist teise, tavaliselt maksimaalselt kuni 45° ühele poole. See annab rooli ülekandearvu sõiduautodel 1:15 kuni 1:20 ja veoautodel 1:40.

Sellest seisukohast, et eesrattad kiiresti ja suurel määral reageeriksid roolirattа pööramisele, mis on vajalik kiireks sõidusuuna muutmiseks, näiteks kokkupõrke vältimiseks järsult esilekerkinud takistusega, kiirel sõidul jne., on oluline, et rooli ülekandearv oleks võimalikult väike, sest see võimaldab rataste täit väljapööramist lühima aja vältel. Kuid väiksem rooli ülekandearv nõuab aga suurema jõu rakendamist roolirattale. Auto väsimatuks juhtimiseks on aga oluline, et rooli käsitsemine toimuks kergelt.

Nende mõlemate nõuete täitmiseks on praegusaja autode rooliajamid ehitatud muutuva rooli ülekandearvuga, s. o. rooli keskasendi läheduses omab rooliseade suurt ülekandearvu, mis väheneb eesrataste väljapööramise määraga. Seega saavutatakse auto kerget juhtimist sirgel sõidul ja suure pöörderaadiusega käänakuil, mis esineb peaaegu kogu sõidul, ning kiiret eesrataste täielikku väljapööramist, kui see on vajalik.

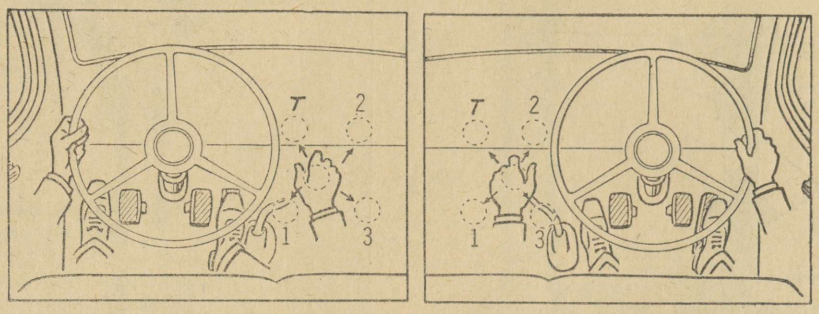
Mida suurem on eesrataste väljapööramise võimalus, mida auto konstruktsioon lubab, seda väiksem on auto pöörderaadius, seda painduvam on auto manööverdamisel. Keskmiselt on sõiduautode pöörderaadius 5—8 m ja veoautodel

7—13 m. Autod suurema telgede vahega omavad ka suuremat pöörderaadiust.

Maades, kus toimub paremat kätt liiklemine, asetatakse rool juhiruumis vasakule poolele. See võimaldab eriti eessõitjast möödumisel paremini ja varem näha vastusõitjaid. Ühtlasi võimaldab see juhi kõrval istujal peatumisel autost väljumist parempoolsele kõnniteele, väljapoole liikluskeerist. Vasakut kätt liiklusega maades asetatakse autodel rool paremale poole (joon. 545).

reguleerida tiguratta võlli vastas roolikarbis oleva reguleerimiskruviga. Rooliajami täistiguratta hammaspöid valmistatakse hõõrdetakistuste vähendamiseks sageli fosforpronksist. Selle kulumisel on võimalik roolitiguga hambumisse pöörata vähem kulunud osa. Roolitigu enda kulumisel reguleerimine ei aita ning see tuleb uuendada.

Joonisel 547 on toodud rool tigu- ja tigurattaülekandega, kusjuures siin ei kasutata mitte täistiguratast, vaid ainult



a *b*

Joon. 545. Rooli asend autodel:
a — maades, kus toimub paremat kätt liikumine, b — maades, kus toimub vasakut kätt liikumine.

Rooliajamid

Rooliajameid, millede konstruktsioonist sõltub suurel määral rooliseadme korralik ja juhtimiskindel töötamine, kasutatakse praegusajal nelja konstruktsiooniga:

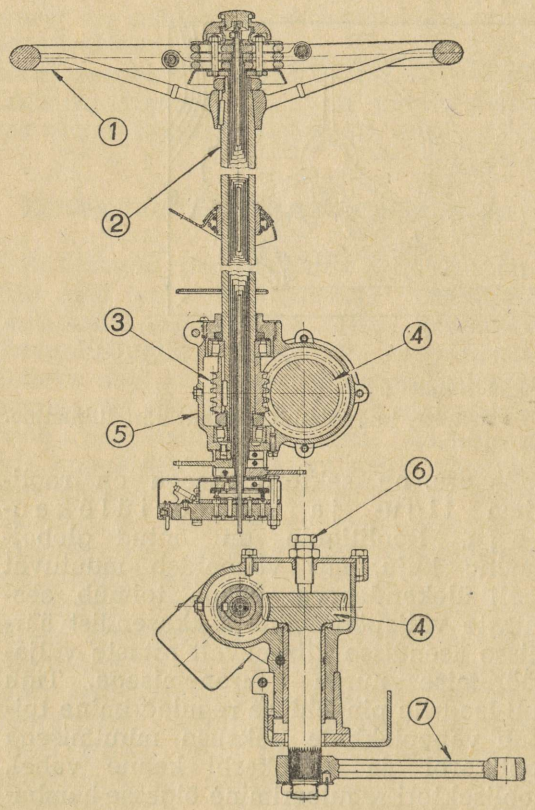
1 — tigu- ja tigurattaülekandega,
2 — kruvi- ja hoovaülekandega,
3 — kruvi- ja mutriülekandega,
4 — hammasratta- ja hammaslatiülekandega.

Tutvume nende rooliajamitega lähemalt.

Joonisel 546 on toodud rool tigu- ja täistigurattaülekandega, millist varematel aegadel rohkesti kasutati, kuid praegu harva esineb. Siin on rooliratas kinnitatud roolivõlli külge kiilu ja mutriga. Roolivõll on seest õõnes, seega koosneb torust, mida läbivad elektrisignaali- ja -valgustusjuhtmed ning eelsüüte-, käsigaasiklapi- ja karburaatori õhupiiramisklapi hoobade vardad.

Roolitigu toetub roolikarbis olevatele rull-laagritele, millede pingeldust saab reguleerida roolikarbimutri pööramisega. Täistiguratta asendit tigu suhtes saab selle osa, nn. sektorit. Seega on rooliajam tigu- ja sektoriülekandega. Roolitigule on antud globoidaalne kuju, mis võimaldab muutuvat rooli ülekandearvu. Seega toimub eesrataste väljapööramine keskasendist äärmisse asendisse kiirenevalt rataste väljapööramise nurga suurenemisega. Tigu rull-laagrite pingelduse reguleerimine toimub vaheplekkide paksuse muutmisega roolikarbi ja roolikarbi kaane vahel. Roolisektori reguleerimine õigesse hambumisse tiguga toimub roolisektori võlli vastas roolikarbi seinas asetseva kruviga ja roolikarbi kaane, milles asetseb roolisektor, roolitigule lähemale viimisega või roolitigu suunas edasinihutamisega, mis võimaldub roolisektori ekstsentriliste reguleerimiskruvide abil. Reguleerimiseks tuleb kaane kinnituspoldid vabastada. Reguleerimine on vajalik roolitigu ja roolisektori kulumisel tekkiva vabakäigu kõrvaldamiseks. Roolisektori võll on valmistatud ühes tükis roolisektoriga ning selle väljaulatuvale otsale roolikarbi kaanest on kinnitatud roolisõrm, mis seega pöördub üheaegselt roolisektoriga. Roolivõlli ülemine ots toetub roolipostis olevale pusslaagrile.

Joonisel 548 toodud rooliajam erineb eelmisest selle poolest, et siin täidab sektori aset hammasrull, mis saab oma teljel vabalt pöörelda, kui roolitigu pööratakse. Seega vähenevad rooliajami hõõrdetakistused ja kuluvus. Hõõrdetakistuste vähendamiseks pöörleb rull nõellaagril. Roolitigu rull-laagrite pingelduse reguleerimine toimub roolikarbi alumises osas oleva kaane vaheplekkide paksuse muutmisega.



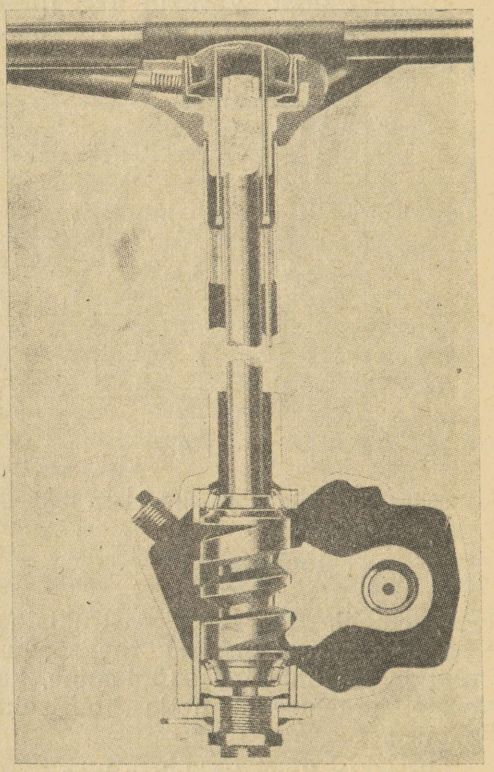
Joon. 546. Rool tigu- ja tigurattaülekandega.

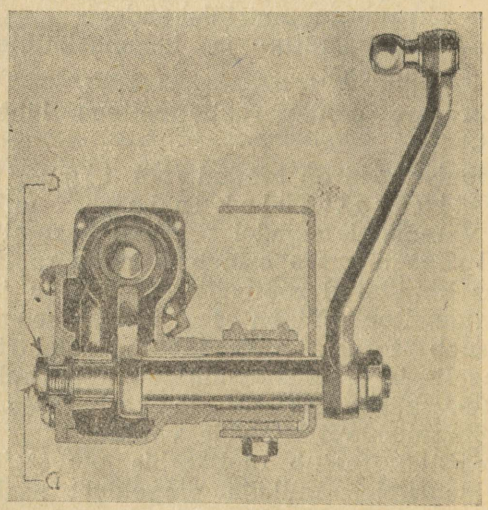
1 — rooliratas, 2 — roolivõll, 3 — tigu, 4 — tiguratas, 5 — roolikarp, 6 — tiguratta reguleerimise kruvi, 7 — roolisõrm.

Ajami kulumisel võib hammasrulli nihutada roolitigule lähemale. Sel teel toimub vabakäigu kõrvaldamine.

Sellist rooli kasutatakse näiteks sõiduautodel Gaz M-1 ja Zis-101 ning veoautol Gaz-AA.

Joonisel 549 on toodud rooliajam kruvi- ja hoovaülekandega. Roolitigu kujutab endast trapetsilise profiiliga keeret, keskelt lameda ja mõlema otsa poole järsuneva tõusuga. Sellega saavutatakse eesrataste väljapööramise kiirenemist. Roolisektor kujutab endast vaid hooba, millel on roolitigukeerme profiilisse sobiv hammas. Roolitigu ühele või teisele poole pööramisel libiseb roolisektori hammas mööda

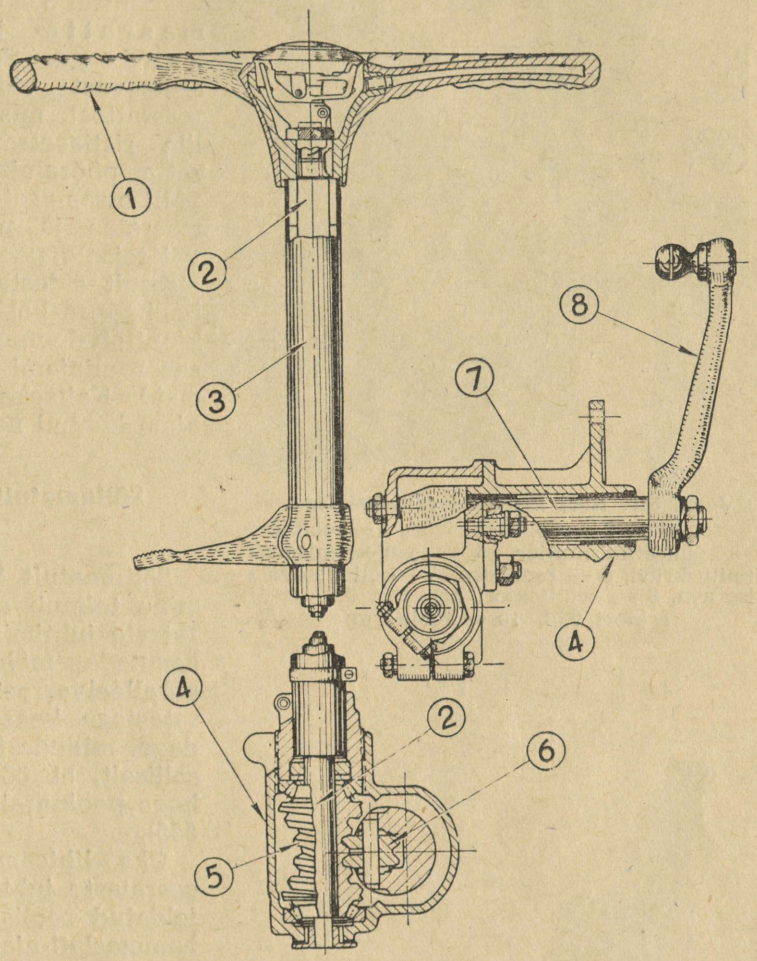




Joon. 547. Rool tigu-sektor-ülekandega.

roolitigukeeret üles-alla, pöörates ühtlasi roolisektori võlli kaudu roolisõrme.

Kruvi- ja hoovaülekandega rooliajamit kasutatakse näiteks veoautodel Zis-5 ja Jag-6.



Joon. 548. Rool tigu-kaksikrull-ülekandega.

1 — rooliratas, 2 — roolivõll, 3 — roolipost, 4 — roolikarp, 5 — tigu, 6 — hammasrull, 7 — roolisektori võll, 8 — roolisõrm.

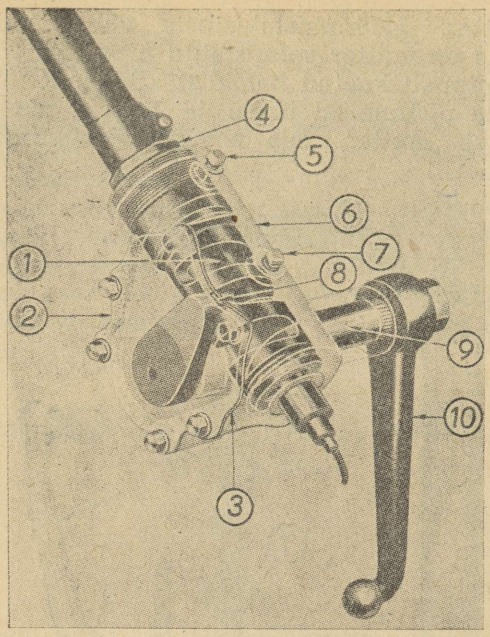
Selle puuduseks on roolisektori hamba libisemisel roolitigukeermes tekkiv roolisektori hamba kiire kuluvus. Kuluvuse vähendamiseks on mõnedel rooliajamitel kaks roolisektori hammast (joon. 550) või roolisektori hambad on asetatud roolisektori hoova külge laagritel pöörlevatena (joon. 551). Siis asendub roolisektori hamba ja tigukeerme vaheline libisemine veeremisega. Seega hõõrumistakistused ja kuluvus on väiksemad.

Nende rooliajamite reguleerimine toimub analoogiliselt eelmistele.

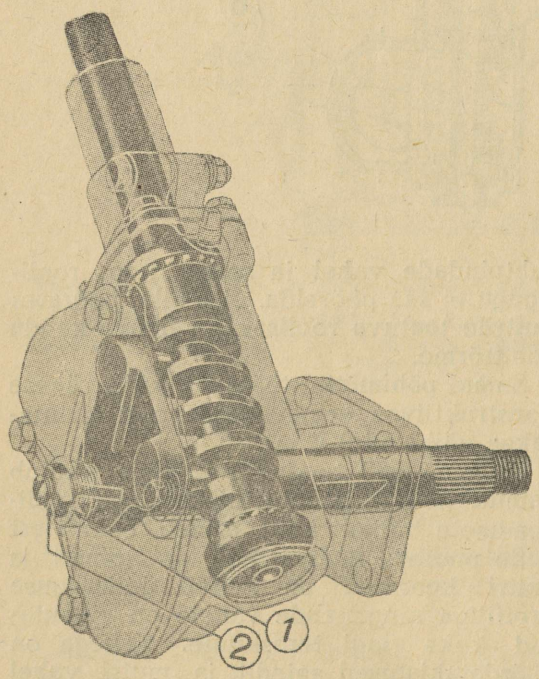
Joonisel 552 on toodud rooliajam kruvi- ja mutriülekandega. Roolitigu moodustab siin trapetskeermega spindel, mille peale on asetatud mutter. Hõõrumistakistuste vähendamiseks on mutter valmistatud pronksist või seestpoolt kaetud babiidist kihiga. Rooliratta pööramisel ühele ja teisele poole liigub mutter, mis asetseb roolikarbis juhtpindade vahel ja seega koos roolitiguga ei saa pöörelda, üles-alla, pöörates mutrile toetuva roolisektori hoova kaudu roolisõrme.

Samal põhimõttel töötavat, kuid vähese konstruktiivse erinevusega rooli kasutatakse väikeautol Kim.

Joonisel 553 toodud rooliajam kuulub samuti kruvi- ja mutriülekandega roolimehhanismide hulka, kuid erineb eelmistest selle poolest, et roolitigu — spindli ja mutri keermed on tehtud ümmarguse profiiliga ning nende vahele on paigutatud kaks ringi teraskuule. Sellega on hõõrdetakistused spindli ja mutri vahel rooli pööramisel väiksemad. Mutri peale on asetatud kaks kõverat toru, mille



Joon. 549. Rool kruvi-hoovaülekandega.
1 — roolitigu, 2 — roolikarbi kaas, 3 — roolikarp, 4 — reguleerimismutter, 5 — reguleerimismutri kinnituskruvi, 6 — roolikarp, 7 — õli sissevalamise ava, 8 — roolisektori hammas, 9 — roolisektori võll, 10 — roolisõrm.



Joon. 550. Rool kruvi- ja kaksikhoovaülekandega.

kaudu kuulid võivad mutri jõudmisel äärmisse asendisse üle minna ühelt poolelt teisele. Mutri roolisektoripoolne külg on tehtud hammaslatina, mis on hambumises roolisektoriga.

Joonisel 554 on toodud rooliajam hammasratta- ja hammaslati-ülekandega. See koosneb roolivõlli otsas asetsevast väiksest silindrilisest hammasrattast, mis on hambumises roolivõllile ristiasetseva hammaslatiga. Rooliratta pööramisel pöörleb ühtlasi roolivõlli otsas asetsev väike silindriline hammasratas ja nihutab hammaslati ühele või teisele poole. Hammaslati otsad on otseselt sidestatud eesrataste käändtelje hoobadega kahe juhtvarda kaudu, mis on kinnitatud munaliigenditega. Seega on see rooliajami konstruktsioon üks lihtsamaid. Kaitseks tolmu ja pori vastu on ajam kaetud nahkse kattega.

Sõltumatult õõtsuvate eesrataste juhtimine

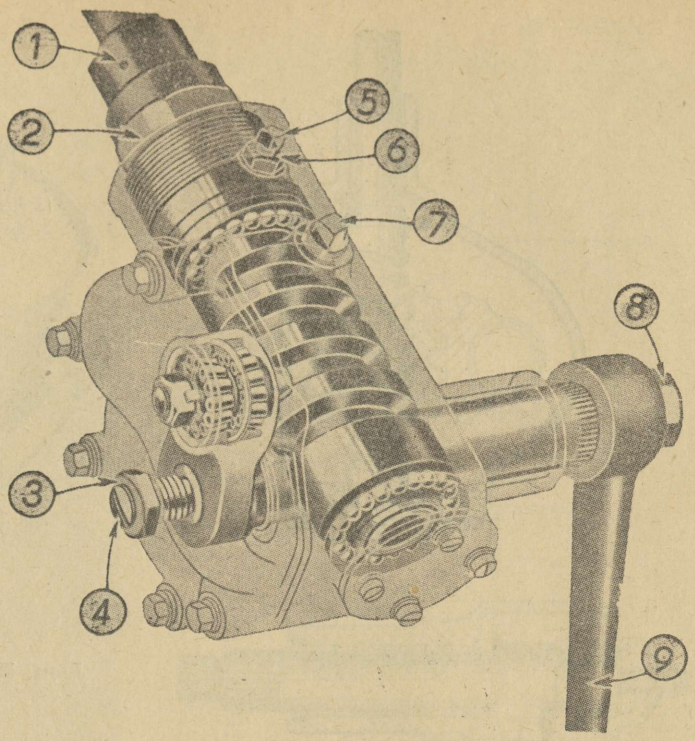
Sõltumatult õõtsuvate eesrataste juhtimine toimub analoogiliselt tavalise eesrataste juhtimisega. Kuna aga siin ei saa kasutada mõlemaid rattaid ühendavat paralleelvarrast, on see asendatud kahe ratastega kaasaõõtsuva poolparalleelvardaga, millede õõtsumisepunkt on valitud selliselt, et õõtstelg saab takistamatult koos poolparalleelvardaga õõtsuda (joon. 555).

Üks lihtsamaid sõltumatult õõtsuvate eesrataste juhtimise viise on eespool kirjeldatud rooliseadeldis hammasratta- ja hammaslati-ajamiga.

Joonisel 556 on toodud erinev viis sõltumatult õõtsuvate eesrataste juhtimiseks. Selle konstruktsiooni kohaselt koosneb paralleelvarras kolmest osast, milledest keskmist saab ühele ja teisele poole nihutada roolisõrme poolt ning on teise otsaga toetatud roolisõrmetaolisele toele. Paralleelvarda keskmise osa külge on kinnitatud munaliigendiga mõlemad poolparalleelvardad. Munaliigendi asukohad on valitud sellised, et poolparalleelvardad saaksid takistamatult õõtsuda koos eestelgedega.

Mitmeteljeliste autode juhtimine

Et ei tekiks käänakutel sõites rataste lohisemist maapinnal, peab juhtimisseade



Joon. 551. Rool kruvi — pöörleva roolisektori — hamba ülekandega.
1 — õlinivoo kontrollava, 2 — reguleerimismutter, 3 — reguleerimiskruvi kinnitusmutter, 4 — reguleerimiskruvi, 5 — reguleerimismutri asendi kinnituskruvi, 6 — kinnituskruvi asendi kinnitusmutter, 7 — õliava kork, 8 — roolisõrme kinnitusmutter, 9 — roolisõrm.

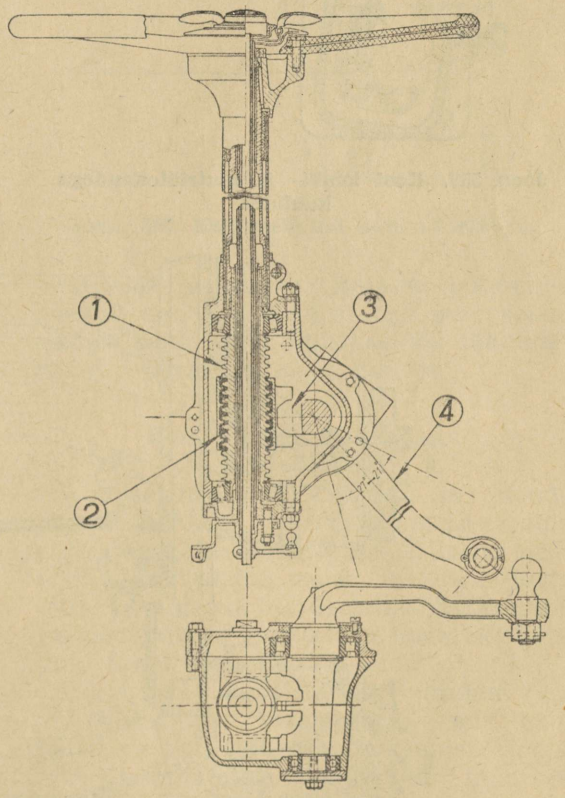
võimaldama täita nõuet, et käänakutel kõikide rataste telgede pikendusjooned peavad lõikuma ühises punktis. See on maksev ka näiteks kolmeteljelise auto kohta (joon. 557). Seega peaksid kolmeteljelisel autol kahe eesmise telje rattad olema pööratavad.

Seda aga tavaliselt ei tehta, sest see muudaks juhtimisseadme konstruktsiooni keerukaks ja raskendaks juhtimist. Seepärast tehakse kolmeteljelistel autodel vaid eesteljerattad juhitavatena, kompenseerides konstruktsiooni lihtsustamist kummirehvide suurendatud kuluvuse arvel, mis tekib selle tõttu, et auto pöördekeskpunkt asetseb kahe tagatelje keskel oleval pikendusjoonel, aga mitte tagateljejoonel.

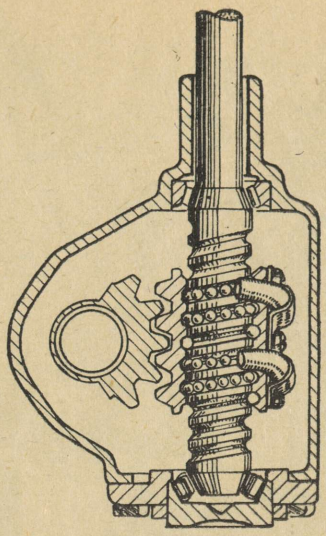
Et siiski hoida rataste lohisemist ja sellest tingitud kummirehvide kuluvust võimalikult väiksena, asetatakse mõlemad tagateljed teineteisele võimalikult lähedale.

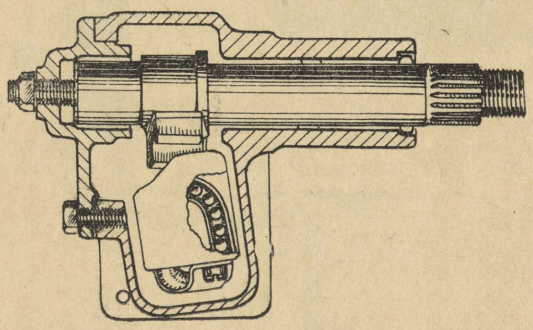
Neljateljelisel veoautol tehakse tavaliselt kahe eestelje rattad juhitavatena (joon. 558).

Ka mõnel kaheteljelisel eriotstarbelisel autol tehakse mõlema telje rattad juhitavatena (joon. 559), et saada väiksemat pöörderaadiust ja paremat manööverdamist, kuid seadeldis on võrdlemisi kee-

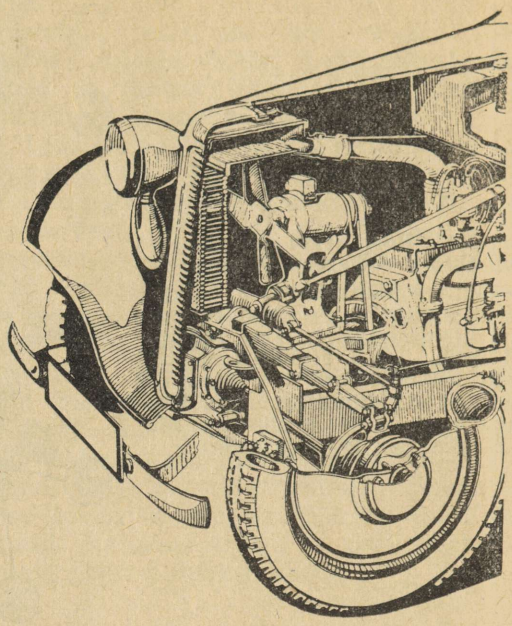


Joon. 552. Rool kruvi- ja mutriülekandega,
1 — keermega spindel, 2 — mutter, 3 — roolisektori hoob, 4 — roolisõrm.





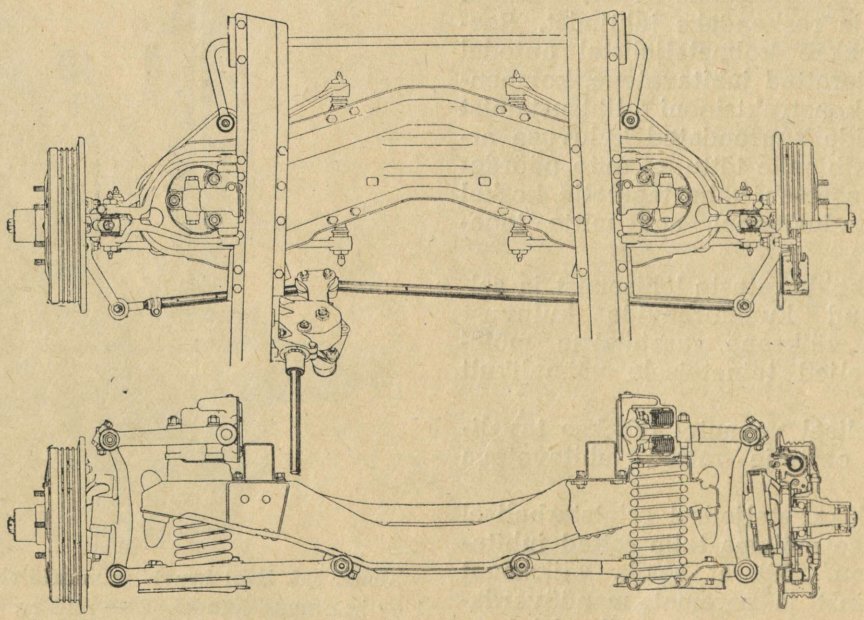
Joon 553. Rool kruvi- ja mutriülekandega kuulidel.



Joon. 554. Rool hammasratas-hammaslatt-ülekandega.

rukas, ning mõningatel juhtudel, näiteks auto parkimisel teise auto või seina ligidal, on koguni paigaltvõtmine takistatud, seepärast harva tarvitatud.

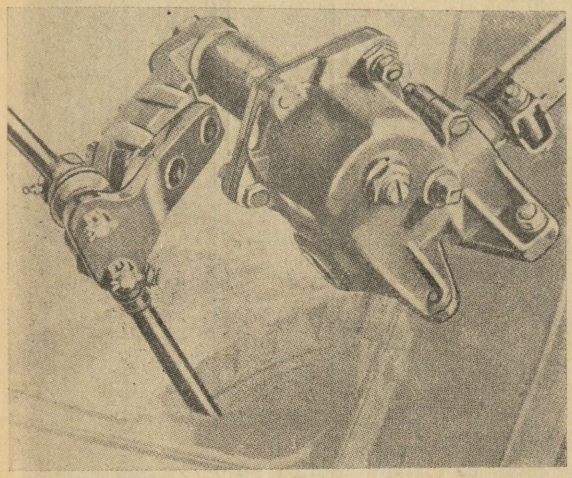
Tavaliselt on siin konstruktsioon selliselt läbi viidud, et tagarattaid saab vajaduse korral juhtimisest välja lülida.



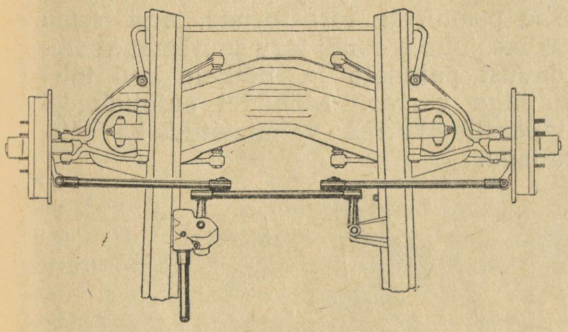
Joon. 555. Rooli asend sõltumatult õõtsuvate eesrataste puhul.

Juhtimise abistamisseadmed

Raskeveoautodel ja suurtel autobustel, kus rooliratta käsitsemine nõuab tugevat füüsilist jõudu, kasutatakse sageli jõuvankrijuhi töö hõlbustamiseks ja rooliseadme kiire• reageerimise võimaldamiseks juhtimise abistamisseadmeid, nn. servoseadmeid.



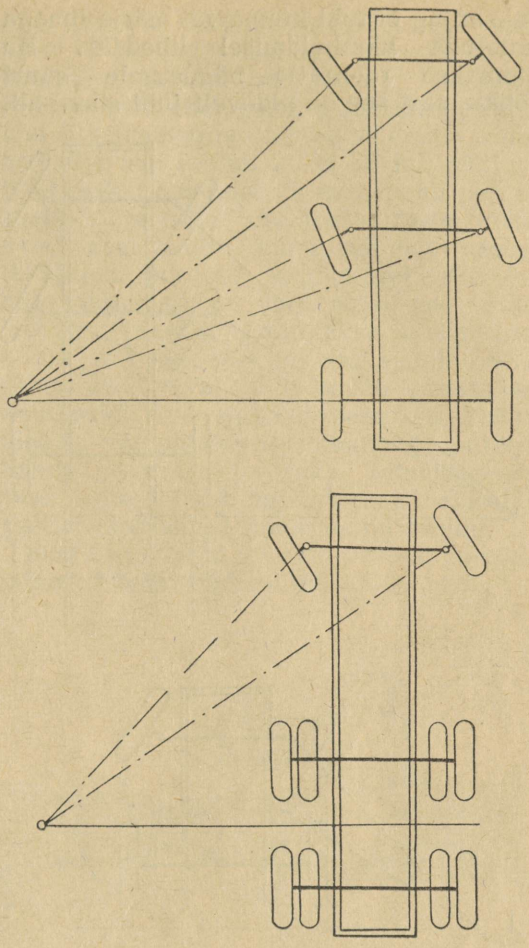
Joon. 555-a. Roolikarbi kinnitus raamile sõltumatult õõtsuvate eesrataste puhul.



Joon. 556. Rooliseade sõltumatult õõtsuvate eesrataste puhul.

Tavaliselt rakendatakse siin juhile abiks mootori imemisjõudu, harvem suruõhku või suruõli. Selleks sidestatakse roolisõrm servoseadme silindri kolvivarrega (joon. 560). Rooliratta pööramisega avatakse servoseadme silindri ventiil kas ühel või teisel pool kolbi, millega pääseb mootori imemisjõud, suruõhk või suruõli mõjuma kolvile, nihutades roolisõrme.

Seega kulub jõuvankrijuhi jõud vaid rooliratta pööramiseks servomehhanismi



Joon. 557. Kolmeteljelise auto pööramine.

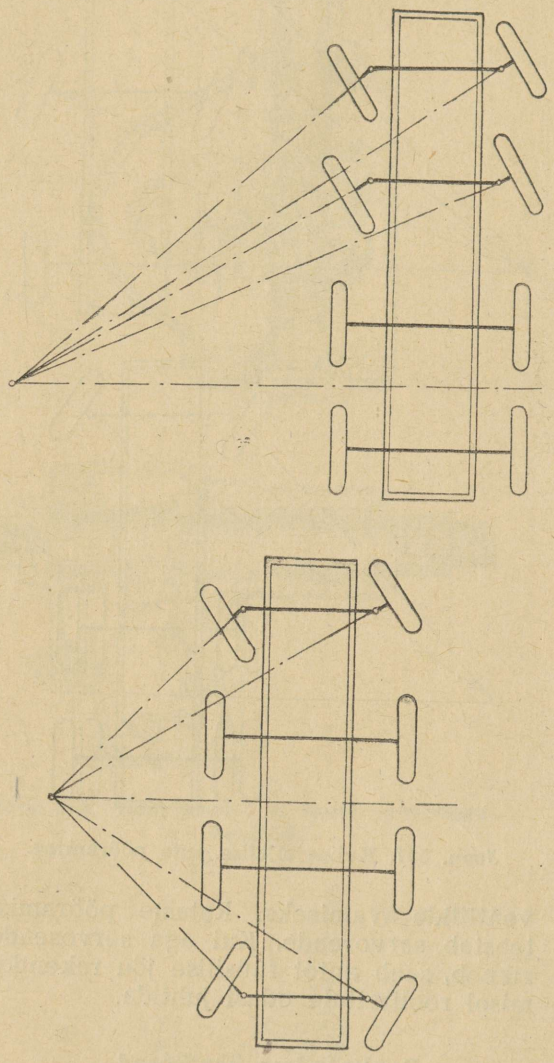
ventiilide avamiseks. Rataste pööramist teostab servoseade. Kui aga servoseade rikneb, saab autot füüsilise jõu rakendamisel roolirattale edasi juhtida.

Rooliseadme üksikosad

Rooliseadme üksikosade ja nende ühenduskohtade vastupidavusest sõltub auto ohutu liikumine. Seega lasub neil, eriti kiirel sõidul, suur vastutus. Selle tõttu pööratakse rooliseadme üksikosade valmistamiseks kasutatava materjali valikule suurt tähelepanu.

Rooliratas valmistatakse kolme- või neljakodaralise terasrattana, mis kaetakse väljastpoolt kõvakummiga. Rooliratas kinnitatakse roolivõllile kiilu ja mutriga ning peab olema hõlpsasti mahamonteeritav. Ratta profiil peab olema selline, et see hästi sobib käes hoidmi-

seks, ning ei tohi külma või märja ilmaga muutuda käeshoidmisel libedaks. Ka pannakse rooliratta nägususele suurt rõhku, sest see on pidevalt juhi silma all.

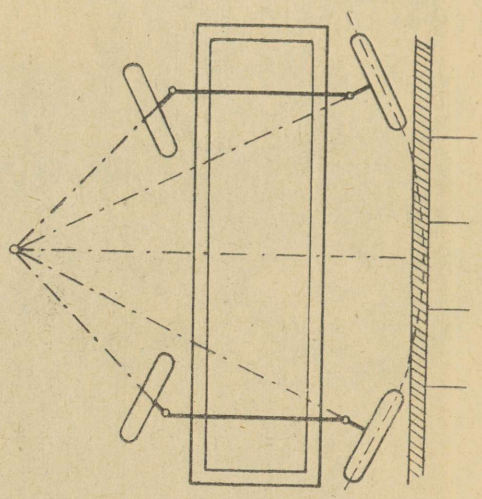


Joon. 558. Neljateljelise auto pööramine.

Roolivõll valmistatakse harva täisterasvõllina, suuremalt osalt aga õõnesvõllina terastorust. Viimane võimaldab rooliratatale paigutada elektrisignaalijuhtmed ja karburaatori ja eelsüütereguleerimise käsitsuspidemed.

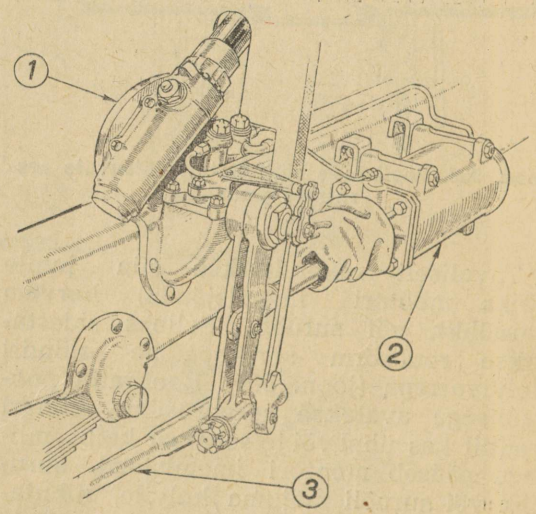
Roolisõrmede, käändtelje hoobade ja juhtvarda hoobade valmistamiseks kasutatakse kõrgeväärtuslikumat terast, et saavutada sellega nende tugevust ja vältida nende deformeerumist juhuslikest löökidest, mis võivad tekkida sõidul eesratastega vastu mõnda takistust, ning võivad kogu juhtimist halvata.

Oluline on roolisõrme kinnitus roolisektori võllil, mis tehakse peennuudilise sidestusega (joon. 551), et kindlustada roolisõrme pöördumatust roolisektori võlli suhtes.



Joon. 559. Kaheteljelise auto mõlema telje rataste pööramine.

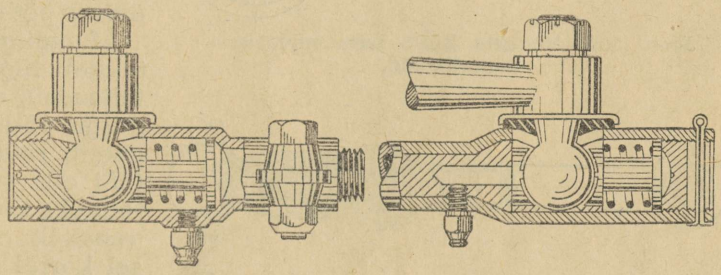
Paralleelvarras ja juhtvarras valmistatakse peamiselt terastoruna, sest sama raskuse juures omab toru suuremat vastupidavust paindele ja nõtkele kui täisprofiiliga varras. Mõnedel autotüüpidel on paralleelvarras valmistatud ka täisvardana.



Joon. 560. Rooli servoseade.
1 — roolikarp, 2 — servoseadme silinder, 3 — juhtvarras.

Paralleelvarda ühendamine käändtelje hoobadega ning juhtvarda ühendamine roolisõrmega ja juhtvarda hoovaga toimub munaliigendite abil, sest siin peab ühendus võimaldama vaba pööramist, mis on eriti maksev juhtvarda suhtes, mille üks ots toetub autokere külge kinnitatud roolisõrmele ning teine ots eesratastele, mis õõtsuvad autokere suhtes vetrumisel.

Munaliigendite konstruktsioone on mitmeid; alljärgnevalt olgu toodud mõned tüüpilisemad. Munaliigendi munapoolt asetatakse oma koonilise otsaga roolisõrme, käändtelje hoobade ja juhtvarda hoova otstes selleks ettenähtud avadesse ja kinnitatakse mutriga. Juhtvarda ja paralleelvarda otsad on tehtud jämedamad, et seal olevasse munaliigendi pessa mahuks munapoldi keraline pea (joon. 561).



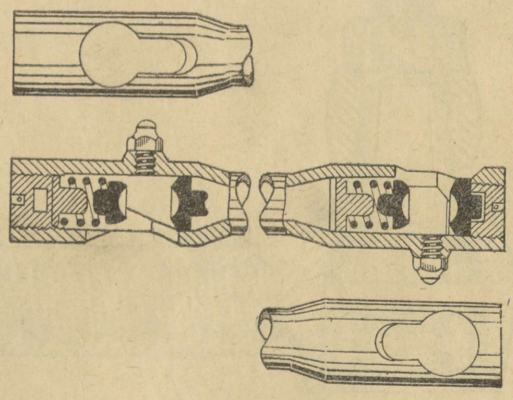
Joon. 561. Munaliigendid rooli juhtvardas, Gaz M-1.

Munaliigendi pesa koosneb kahest munapoldi keralisele peale sobivast keraseibist, mis asetatakse üks ühelt poolt, teine teiselt poolt munapoldi peale ja kinnitatakse varda otsast sissekeeratava korgiga, mis mõnel juhul täidab ühtlasi ühe keraseibi aset. Varda otsa sisse paigutatakse paarikeeruline tugev vedru, nn. amortisaator, mis võtab vastu ja leevendab ratastelt roolile ülekantavaid teekonaruse tõukeid. Vedru sisse on paigutatud tihvt, mis piirab vedru kokkusurutavust ja väldib seega selle murdumist eriti tugevatel tõugetel. Vedrud paigutatakse varraste otstes mõlemad samale munapoldi poolele, et saavutada löökide amortiseerimist mõlemale poole. Vedrud kompenseerivad munaliigendi pesa koomalesurumisega tekkivat munapoldi pea ja keraseibide kuluvust ning väldivad sellest tekkida võivat loksumist.

Varda otsa keeratav kork tuleb kindlalt splintida, sest vastasel korral võib auto sõidul kork eest ära tulla, mis vabastab munapoldi oma pesast, lahutades seega varda munapoldist. Juhtimisseadme ühe ühendusvarda otsa vabanemine võib, eriti kui see juhtub kiirel sõidul, põhjustada rasket õnnetust. Et munapoldi pea ei saaks välja tulla, on juhtvarraste otste avad, kust kaudu munapoldi pea asetatakse oma pesasse, paigale asetamise kohalt suuremad, et munapoldi pea sisse mahuks, ja siis nihutatakse kitsamasse kohta, mis haarab vaid munapoldi kaela (joon. 562). Ava, mille kaudu asetatakse munapoldi pea varda pesasse, kaetakse plekist või õlitaluvast kummist kattega tolmu ja muda kaitseks. Munaliigendi määrimine toimub määrdepressi abil liigendis ettenähtud määrdenipli kaudu.

Siin kirjeldatud munaliigendeid kasutatakse näiteks sõiduautodel Gaz M-1.

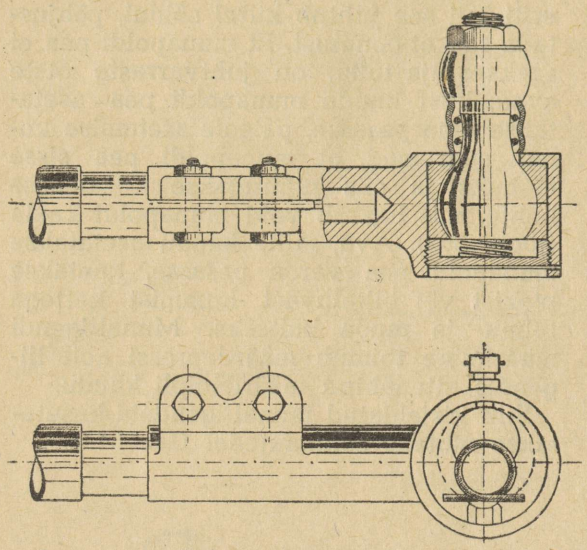
Joonisel 563 toodud munaliigend erineb eelmisest selle poolest, et siin puudub amortisaator, ning munaliigendi pesa keraseibid, mis on ekstsentrilised, surutakse haaknõelavedrutaolise vedru poolt, mis asetseb munapoldi peal ja ulatub oma



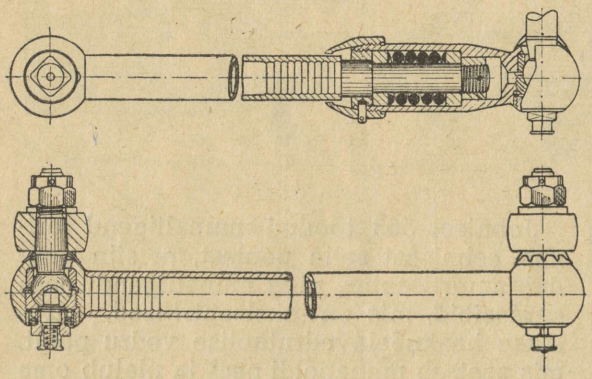
Joon. 562. Munaliigendi pesa.

harudega kera seibide vahele, munaliigendi kuluvuse kompenseerimiseks koomale.

Selliseid munaliigendeid kasutatakse näiteks sõiduautol Zis-101.



Joon. 563. Veoauto Zis-5 paralleelvarda munaliigend.



Joon. 564. Vedrudeta munaliigendid.

Joonisel 564 toodud munaliigendid on ise vedruta, kuid amortiseerumine toimub paralleelvarda ja paralleelvarda otsa vahele asetatud vedru poolt, mis on asetatud selliselt, et töötab mõlemas suunas.

Joonisel 565 toodud munapolt ei oma keralist, vaid poolkeralist pead. Munapolti hoiab oma pesas väike kruvivedru.

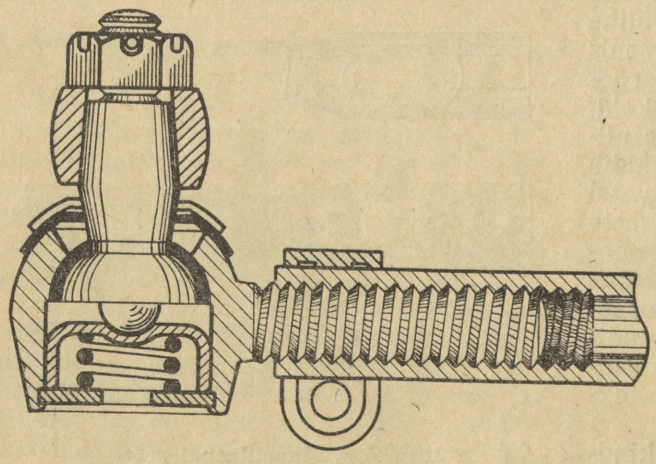
Rooliseadme rikked, hooldamine ja korrashoid

Rikked rooliseadmes tekivad peamiselt kokkupõrgetel, rooli pööramisest seisval autol, eriti kui auto on koormatud ja selle tõttu maapinna ja rataste vaheline hõõrumistakistus suur, või sattumisel eesratastega eriti raskesse teeolukorda.

Rooliseadme rikked seisnevad varraste või hoobade kõverdumises, millega viiakse eesrattad oma õigest asendist kõrvale. Seega ei saa eesrattad veereda ühisel pöördekeskpunktil.

Munaliigendite ja rooliajami kulumine tekitab liigset rooliratta vabakäiku, see tähendab, et tuleb rooliratast liiga suure nurga võrra pöörata enne, kui see reageerib ratastele. Rooliratta vabakäik ei tohi olla suurem kui 35°, et juhtimine toimuks kindlalt. Samuti ei tohi rooliratta vabakäik olla väiksem kui 10°, sest vastasel korral on rool liiga tundlik, iga väiksemgi käeliigutus kanduks üle eesratastele, mille tõttu sirgel teel püsimine tekitab raskusi. Samuti kandub iga väiksemgi ratta takistus üle roolirattale.

Rooliajami tigu ja tiguratta hamba tõus on valitud sellisena, et rooliajam on isepidurdav, s. o. eesratastele tekkivad tõuked ei kandu üle roolirattale.



Joon. 565. Poolkeraline munaliigend.

Rooliseadme hooldamine seisneb peamiselt õigeaegses õli vahetamises, kontrollis ja juurdelisamises roolikarpi ning munaliigendite perioodilises määrimises.

Rooliseadme korrashoid seisneb rooliseadme perioodilises kontrollis. Peamisele kontrollile allub rooliratta vabakäik, et see ei ületaks lubatavat määra. Vajaduse korral tuleb rooliajam reguleerida õigesse hambumisse ja kõrvaldada tekkinud vabakäik. Reguleerimise viise on käsitletud eespool. Ka tuleb kontrollida munaliigendite seisukorda, et ühendused oleksid kindlad ning poleks loksumist, samuti roolikarbi liikumatut kinnitust autoraami külge, vajaduse korral tuleb kinnituspoldid või mutrid pinetada. Paralleelvarda ja juhtvarda munaliigendite otsakorgid peavad tingimata olema splinditud, samuti roolisõrme kinnitusmutter roolisektori võllil.

Kui auto ekspluateerimisel ilmneb eesrataste kummirehvide ebamäärane kuluvus, siis tuleb jõuda selgusele rooliseadme korrasolekus.

Nüüdisaja autode rooliseadmed on ehitatud sellistena, et rooliratas käänakult üle minnes tagasi otsesuunas-sõidule, pöörab ise end otsesõidu- või keskasendisse tagasi. Kuidas see teostub, selgitatakse edaspidi eesrataste käsitlemisel.

VII. PIDURDAMISSEADMED

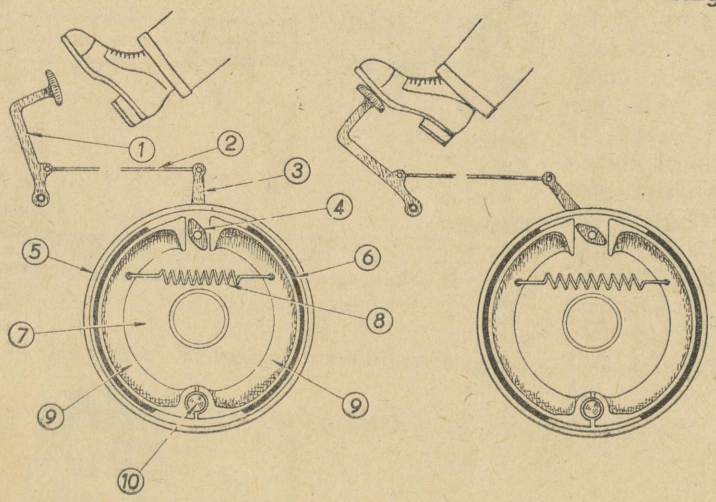
Pidurdamisseadme töötamise põhimõte

Auto, mis liigub mootori veojõul antud kiirusega, omab liikumishoogu, mille suurus sõltub auto ja kaasasveetava koorma raskusest ja sõidukiirusest. Mida suurem on auto ja koorma raskus ning mida suurem on auto sõidukiirus, seda suurem on auto liikumishoog. Selle liikumishoo mõjul liigub auto ka siis veel edasi, kui mootori veojõud katkestatakse. Teekonna pikkus, mille võrra auto liikumishoo mõjul edasi liigub peale mootori veojõu katkestamist, sõltub auto liikumishoo suurusest ja auto liikumise takistustest (tee seisukord, tuule takistus, hõõrumistakistus auto veeremisel jne.).

dus. Selleks ongi autodel ette nähtud pidurdamisseadmed.

Pidurdamisseade koosneb jõuvankri juhiruumis asetsevast piduripedaalist, autoratastel olevatest piduritest ja pidurdamise jõu ülekandeseadeldisest piduripedaalist kuni piduriteni (joon. 566).

Pidurid koosnevad auto rataste külge kinnitatud ja sellega koos pöörlevast piduritrumlist, auto ees- ja tagasilla külge kinnitatud pidurikettast, piduriketta alumises osas olevale toele tuginevast kahest piduriklotsist ja mõlema piduriklotsi ülemiste otste vahel olevast pöörast. Pööra külge kinnitatud piduripööra



Joon. 566. Pidurdamisseadme töötamispõhimõtte skeem.
1 — piduripedaal, 2 — piduri-hoovastik, 3 — pidurdamishoob, 4 — pöör, 5 — piduritrummel, 6 — pidurilint, 7 — piduriketas, 8 — piduriklotside tagasitõmbevedru, 9 — piduriklots, 10 — piduriklotsi tugi.

Autosõidul pole mitte alati võimalik valida auto peatamiseks kohta, kus see ühtiks auto edasiliikumise hoo iselõppemisega, samuti pole võimalik autosõidul iga kord ootama jääda auto hoo iselõppemist kokkupõrke vältimiseks mõne järsult ettekerkiva sõidutakistusega, vaid auto peab olema varustatud seadmega, mis võimaldab jõuvankrijuhil autot peatada või sõidukiirust osaliselt vähendada sel kohal ja hetkel, kus selleks on vajahoob (pidurdamishoob) on hoovastiku kaudu ühenduses piduripedaaliga. Piduriklotsid on hõõrdumise suurendamiseks kaetud vask-asbestkoe kihiga, nn. pidurilindiga, ning nende kumerus on sobiv piduritrumli kumerusele. Pidurdamata olukorras on piduriklotside ja piduritrumli vahel väike õhuvahe, et autosõidul piduriklotsid ei hõõrduks vastu piduritrumlit, mis kutsuks esile asjatut pidurite kuumenemist ja kulumist. Pi-

duripööra hoova pööramisel surub pöör piduriklotsid laiali, surudes neid vastu piduritrumlit. Pöörleva piduritrumli ja paigalolevate piduriklotside vahel tekkiva hõõrdumise tõttu aeglustub ratta pöörlemine. Piduripööra hoob on pidurdamisjõu ülekandeseadmega ühendatud piduripedaaliga. Seega saab jõuvankrijuht piduripedaalile vajutamisega avaldada piduritega takistavat mõju auto rataste pöörlemisele. Piduriklotside küljes olev vedru tõmbab piduriklotsid piduritrumlist eemale, kui pidurdamine lõpetatakse.

Et oleks võimalik avaldada suuremat pidurdamise mõju ja seega autot peatada lühemal teekonnal, mis on eriti oluline õnnetuste vältimiseks kokkupõrkel järsult esilekerkiva takistusega, varustatakse kõik autorattad piduritega.

Teekonna pikkus, mis on vajalik auto peatamiseks, ei sõltu mitte ainult auto pidurite pidurdamise määrast, vaid ka autoratta ja sõidutee vahelisest hõõrdumisest. Jõuvankrijuht võib küll tugeva pidurdamisjõu avaldamisega piduripedaalile sedavõrd tugevalt piduriklotsid suruda vastu piduritrumleid, et tekib niivõrd suur hõõrdumine piduriklotside ja piduritrumlite vahel, et kõikide rataste pöörlemine on peatatud; kuid see ei ütle veel, et auto on peatatud, sest auto võib kinnipidurdatud või nn. plokeeritud ratastega liikumishoo mõjul sõiduteel lohisevate ratastega siiski veel edasi liikuda. Ongi osutunud, et hõõrumistakistus maapinna ja autorataste vahel plokeerunud rataste puhul on palju väiksem kui pöörlevate rataste puhul. Seega pole sellest mingit kasu, et pidurdada rattad sedavõrd, et need plokeeruvad; veel enam, plokeerumiseni pidurdatud rattad kalduvad libisemisele mitte ainult auto sõidusuunas, vaid ka külgepidi, tekib nn. auto viitamine, mis on olnud nii mõnegi raske autoõnnetuse põhjuseks.

Seega tohib jõuvankrijuht avaldada piduripedaalile vaid nii tugevat pidurdamisjõudu, et rattad pidurduvad, kuid ei tekiks rataste lohisemist sõiduteel, s. o. et rattad oleksid pidurdatud peaaegu plokeerimiseni. See aga sõltub auto raskusest ja auto rataste ning sõidutee vahelisest hõõrdumisest või nn. autorataste ja sõidutee vahelisest haarduvuskoefitsiendist.

Headel teedel on see koefitsient näiteks 0,7 kuni 0,8, poristel teedel 0,3—0,4, jäätunud libedatel teedel 0,2—0,3. See koefitsient on sõltuv ka kummirehvide seisukorrast ja protektori profiilist.

Seega on peamiseks auto peatumise teekonna pikkuse määrajaks auto pidurdamisel — sõidutee seisukord.

Maksvate määruste kohaselt peavad autod olema varustatud kahe iseseisvalt käsitsetava pidurdamisseadmega. Nendest on auto sõidul pidevaks kasutamiseks nn. jalgpiduriseade kõikidel ratastel olevate piduritega ja nn. käsipiduriseade, mida kasutatakse paigalseisva auto kohaltveeremise takistamiseks ja tagavarapidurina, kui jalgpiduriseade on rikkis. Käsipiduriseadme pidurid asetatakse kas kardaanvõllile või tagaratastele. Mõnedel sõiduautodel kasutatakse ühte piduriseadet, mis on käsitatav nii jalgpiduriseadmena kui ka käsipiduriseadmena.

Auto sõidul pidevalt käsitsetavat piduriseadet ei asetata selle tõttu kardaanvõllile, et siis toimuks pidurdusjõudude ülekandumine jõuülekandeseadmete kaudu, kuna aga need on sageli väga järsud ning suure liikumishoo puhul koguni suuremad kui ülekantav mootori veojõud, tekitaks see lööke jõuülekandeseadmeis, mis võivad jõuülekandeseadme võlle, hammasrattaid või kardaanliigendeid purustada. Seda ei juhtu, kui rattad otseselt võtavad vastu kogu pidurdamisjõu. Pidurdamisjõu ülekandmine piduripedaalilt piduriteni võib toimuda kas mehaanilisel teel — hoovastiku kaudu või hüdraulilisel teel — õli survel. Esimesel juhul asetatakse piduri mõlema klotsi vahele pöör piduriklotside laialisurumiseks, teisel juhul väike silinder kahe kolviga, mis pedaali poolt tekitatava õlisurvega suruvad piduriklotsid laiali (joon. 567).

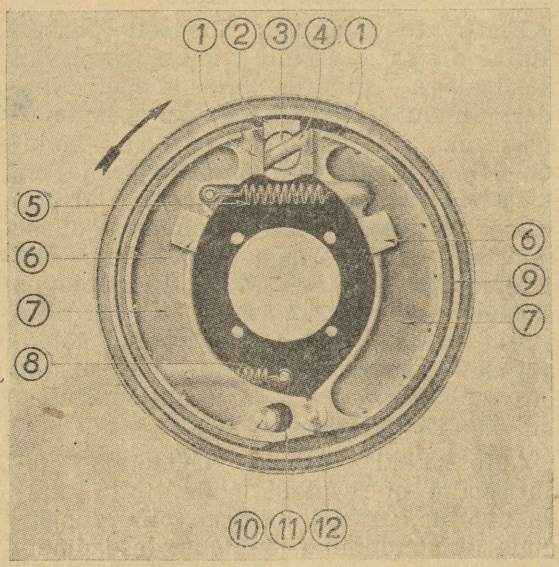
Tutvume lähemalt autoratastel kasutatavate piduritega.

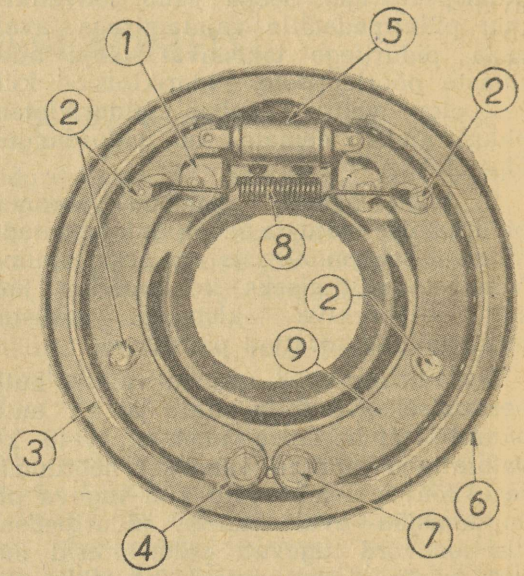
Jalgpiduriseadme pidurid

Jalgpiduriseadme pidurid ehitatakse peaaegu eranditult klotspiduritena. Varematel autotüüpidel kasutati ka lintpidureid, mis haarasid piduritrumlit väljastpoolt, kuid kuna need olid liiga lahtised pori ja tolmu vahele sattumiseks, mis

kutsus esile pidurilintide ja -trumlite kiiret kulumist, jäid need peatselt kõrvale.

Lihtsaima klotspiduri skeemiga tutvusime pidurite töötamise põhimõtte tundmaõppimisel (joon. 566). Alljärgnevalt aga tutvume nende konstruktiivsete erinevustega.

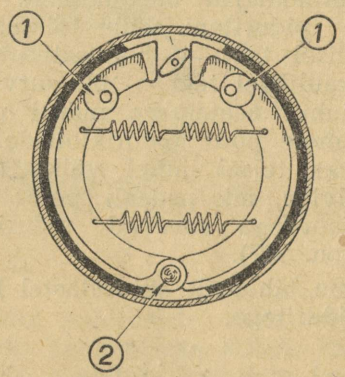




Joon. 567. Pidur mehaanilisel ja hüdraulilisel tegevusse rakendamisel.

1 — piduriklotsi otsaplaat, 2 — pööra tugi, 3 — pööra võll, 4 — pöör, 5 — piduriklotside tagasitõmbevedru, 6 — piduriklotsi juhttugi, 7 — piduriklots, 8 — piduriklotsi hoiderõngas, 9 — piduritrummel, 10 — piduriklotsi tugi, 11 — piduriklotsi ava, 12 — piduriklotside šarniir.

1 — piduriklotsi reguleerimise ekstsentrik, 2 — piduriklotsi hoidevedru, 3 — pidurilint, 4 — tõkkeseib, 5 — pidurisilinder, 6 — piduriketas, 7 — piduriklotsi tugi, 8 — piduriklotside tagasitõmbevedru, 9 — piduriklots.



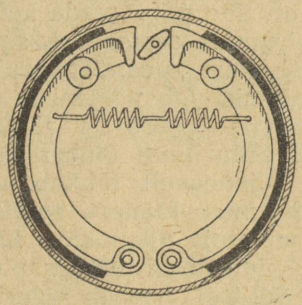
Joon. 568. Mehaaniline pidur ühe toega.

1 — ekstsentrik, 2 — tugi.

Joonisel 568 toodud pidur omab kahte piduriklotsi, mis tuginevad ühisele piduriketta alumises osas olevale toele. Piduriklotside laialisurumine toimub piduriklotside ülemiste otste vahele asetatud pööraga. Mõlema piduriklotsi vahel olev vedru tõmbab piduriklotsid peale pidurdamist algasendisse tagasi, mis on määratud kummagi piduriklotsi ülemises osas oleva ekstsentrilise reguleerimisseibiga. Ekstsentrilised reguleerimisseibid on kinnitatud piduriketta külge, ning nende reguleerimine toimub piduriketta väljaspoolselt küljelt, selleks ettenähtud reguleerimiskruvi abil. Ekstsentrilise reguleerimiskruvi abil saab piduriklotsi ülemist otsa piduriklotsi kattekihi kulumisel viia piduritrumlile lähemale, vähendades seega piduriklotside tühja käiku.

Selle piduri puudusena võiks nimetada piduriklotside kattekihi suuremat kulumist klotside ülemises otsas kui alumises otsas, sest kindla toe tõttu ei saa piduriklotsid alumises osas trumlile läheneda. Sellest on ka tingitud pidurdusjõu ebaühtlane jaotus piduriklotsi hõõrdepinnal. Pealegi tekib sõidusuunas eespoolooleva piduriklotsi suurem kulumine suurema hõõrdetakistuse tõttu, mis tekib sellest, et lisaks pööra poolt piduriklotsile avaldavale survele liitub eespoolse piduriklotsi ja -trumli vahel tekkiv hõõrdumisjõud, mis omalt poolt surub eespoolset piduri-

klotsi vastu trumlit. Või teisiti öeldes, eespoolse piduriklotsi ja piduritrumli vahel tekkiva hõõrdumise tõttu veab piduritrummel piduriklotsi kaasa ja surub sellega omalt poolt piduriklotsi vastu trumlit. Sõidusuunas tagapoolsel piduriklotsil seda ei juhtu, sest siin on pööra poolt avaldatud survejõud ja piduriklotsi ja -trumli vahel tekkiv hõõrdumisjõud vastassuunalised.

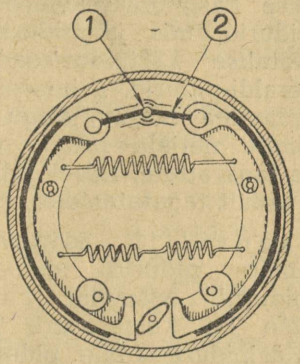


Joon. 568-a. Mehaaniline pidur kahe toega.

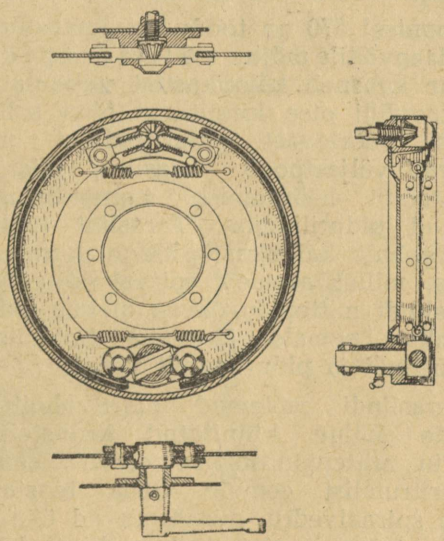
Joonisel 568-*a* toodud pidur erineb eelmisest selle poolest, et siin tuginevad piduriklotside alumised otsad kumbki omaette toele, mis on pealegi ekstsentrilised ja nende ekstsentrilisuse asend on reguleeritav. Nende tugede pööramisega on võimalik piduriklotside kattekihi kulumisel viia piduritrumlile lähemale ka piduriklotside alumist otsa. Piduriklotside ülemiste otste reguleerimine toimub, taoliselt eelmisele pidurile, ekstsentriliste seibide pööramisega. Et piduriklotsid auto sõidul ei logiseks, on nad kumbki vedru survel ühe kruviga toetatud piduriketale.

Joonisel 568-*b* toodud pidur erineb eespool kirjeldatutest selle poolest, et siin asetseb piduriklotside tugi mitte all, vaid üleval, pöör seevastu aga all. Piduriklotside tugi on ühtlasi määratud piduriklotside reguleerimiseks. Selleks see omab koonilist pead, mis pealegi veel on soonitatud. Joonisel 569 ei toeta piduriklotsid oma ülemiste otstega mitte otseselt toe koonilisele peale, vaid piduriklotsi otste külge liigendiga kinnitatud varda kaudu. Selle tõttu võimaldub pidurdamisel ka piduriklotsi toepoolse otsa tugevam surumine vastu piduritrumlit, millega piduriklotsi surve jaguneb ühtlasemalt kogu piduriklotsi pinnale ning suureneb pidurdamisjõud piduriklotsi ja -trumli vahel. Piduriklotside liigendilised varraste otsad, mis toetuvad toe koonilisele peale, on viltused, vastavalt koonilise pea koonilisusele. Need vardad püsivad selle tõttu kohal, et asetsevad piduriklotside toe kronsteinis, selleks ettenähtud avades. Piduriklotside kulumisel keeratakse tugi sügavamale sisse, mida saab teha väljastpoolt piduriketast, millega kooniline pea lükkab piduriklotsi ülemised otsad laiemale. Piduriklotside tagasitõmbamiseks algasendisse on kaks vedru, milledest üks asetseb toele ligemal, teine pöörale.

Hõõrumistakistuste vähendamiseks pööra ja piduriklotsi otste vahel ning ühtlase surve avaldamiseks mõlemale piduriklotsile, ei tugine pöör mitte otse-



Joon. 568-b. Mehaaniline pidur kahe šarniirse vardaga toel.
1 — tugi, 2 — šarniirne varras.



Joon. 569. Sõiduauto Gaz M-1 pidur.

selt piduriklotsi otstele, vaid kahekordsetele rullidele, mis saavad vabalt pöörelda piduriklotsi otsa küljes oleval šarniiril. Pöörakul on nihkuv pööravõlli otsas selleks ettenähtud avas, mis võimaldabki pööra pööramisel surve ühtlast jaotust mõlema piduriklotsi vahel. Pööravõll asetseb oma kronsteinis, mis on kinnitatud piduriketta külge.

Siin kirjeldatud pidureid kasutatakse sõiduautodel Gaz M-1.

Käsipiduriseadme pidurid

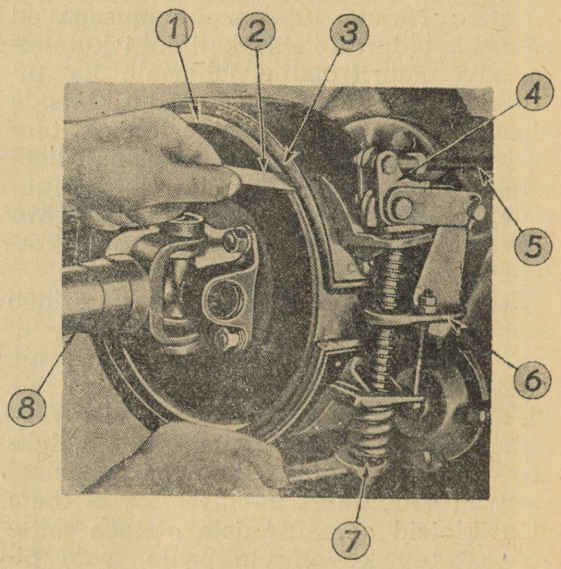
Käsipiduriseadme pidurid asetatakse kas kardaanvõllile või ratastele. Käsipiduriseadme pidurite asetusel ratastele kasutatakse käsipiduriseadmes ära kas samad pidurid, mis jalgpiduriseadmelgi, või ehitatakse käsipiduriseadme jaoks ratastel eraldi-pidurid. Esimesel juhul on käsipidurdamine mõjuv, nagu jalgpidurilgi, kõigile neljale rattale või ainult mõlemale tagarattale, teisel juhul peamiselt aga ainult tagaratastele.

Kardaanvõllil asetsevad käsipiduriseadme pidurid on peamiselt välislintpidurid. Mõnedel autotüüpidel kasutatakse ka ketaspidurit ja klotspidurit. Käsipiduriseadme pidurid asetatakse peamiselt otseselt käigukasti taha, mõnel juhul ka demultiplikaatori või jaotuskasti taha, ja käsipidurihoob asetseb kõrvuti käigukangiga juhiruumis, käepäraseks käsitsemiseks.

Joonisel 570 on toodud enamkasutatav kardaanvõllile mõjuv välislintpidur. Pidur koosneb käigukastist väljaulatuva veetavvõlli otsa kinnitatud ning sellega koos pöörlevast piduritrumlist, mida haarab väljastpoolt teraslint, mis on seestpoolt hõõrdumise suurendamiseks kaetud pidurilindiga. Teraslint tugineb keskkohalt käigukasti külge kinnitatud toele, millel asetsev spiraalvedru hoiab teraslindi mittepidurdavas olekus piduritrumlist eemale õhuvahe hoidmiseks pidurilindi ja piduritrumli vahel.

Teraslindi mõlemad otsad hoitakse nende külge kinnitatud kronsteinide kaudu mittepidurdamise olekus, samuti piduritrumlist eemale. Seda teostavad kaks spiraalvedru, mis toetuvad üks allpool, teine pealpool käigukasti külge kinnitatud toele. Nende vedrude paigalhoidmiseks ja kokkupigistamiseks pidurdamisel läbib neid ümmargune püstvarras, mille alumisele otsale, allapoole teraslindi alumise otsa kronsteini, on paigutatud eelmistest palju tugevam vedru, mida hoiab kohal mutter ühes seibi ja vastumutriga. Püstvarda ülemise otsaga, pealpool teraslindi ülemise otsa kronsteini, on ühendatud kumera profiiliga pidurdamishoob kumera profiiliga vastu kronsteini. Pidurdamishoova ülemine ots on ühe pika varda kaudu ühenduses juhiruumis asetseva käsipidurihoovaga. Käsipiduri „pealetõmbamisel" tõmbab pidurdamishoob püstvarda üles, tõmmates tugeva vedru ja alumise kronsteini abil pidurilindi ümber piduritrumli koomale. Üheaegselt lükkab aga pidurdamishoob oma kumera profiiliga ülemise kronsteini allapoole, lükates ka siitkaudu pidurilindi ümber piduritrumli koomale. Selliselt haarab pidurilint tugevalt piduritrumli ümbert kinni, takistades selle pöörlemist.

Püstvarda alumises otsas olev tugev vedru on selleks, et võimalduks käsipidurihoova vähene edasiliikumine ka siis, kui pidurilint on täiesti ümber piduritrumli kinni tõmmatud. See on olu-



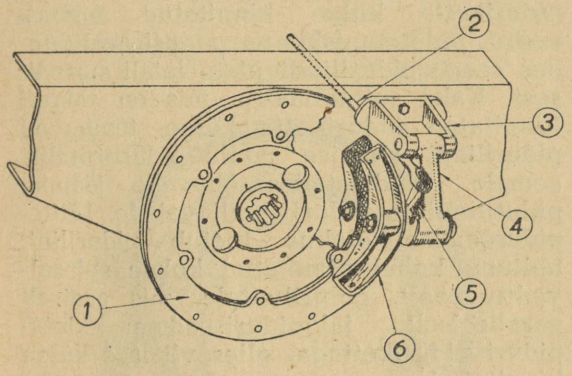
Joon. 570. Käsipiduriseadme lintpidur kardaanvõllil.

1 — piduritrummel, 2 — kaliibriga kontrollitakse piduritrumli ja pidurilindi vahelist pilu, 3 — pidurilint, 4 — pidurdamishoob, 5 — sidestusvarras käsipidurihoovaga, 6 — tugi, 7 — piduri reguleerimise kruvi, 8 — kardaanvõll.

line selleks, et käsipidurihooba saaks lukustada „pealetõmmatud" asendis.

Pidurilindi õhuvahe pilu reguleerimine toimub pidurilindi alumise otsa suhtes paralleelselt püstvardale asetseva reguleerimiskruviga, millel asetseva mutri pinetamisega läheneb pidurilindi alumine osa piduritrumlile. Pidurilindi ülemise osa reguleerimine toimub mutri (7) abil, mille pinetamisel pidurilindi ülemine osa läheneb piduritrumlile. Pidurilindi keskosa reguleerimiseks on ette nähtud reguleerimiskruvi selle toel.

Joonisel 571 on toodud kardaanvõllil asetseva käsipiduriseadme ketaspidur. Pidur koosneb demultiplikaatorist väljuva võlli nuutidel asetsevast kettast, mis pöörleb koos kardaanvõlliga. Auto ristraami küljes oleval toe šarniiril ripub kaks lüli, millede külge on kinnitatud piduriklotsid, üks ühelt poolt piduriketast, teine teiselt poolt. Piduriklotside hõõrdepinnad on kaetud suurema hõõrdetakistuse saamiseks pidurilindiga. Tagapoolse rippuva lüli küljes asetseb pidurdamishoob, mis on ühe varda kaudu ühenduses juhiruumis asetseva käsipidurihoovaga. Käsipidurihoova „pealetõmbamisel" pöördub pidurdamishoob ettepoole ning surub mõlemad piduriklotsid koomale, pigistades pöörleva ketta piduriklotside vahel kinni, takistades või peatades selle pöörlemist.



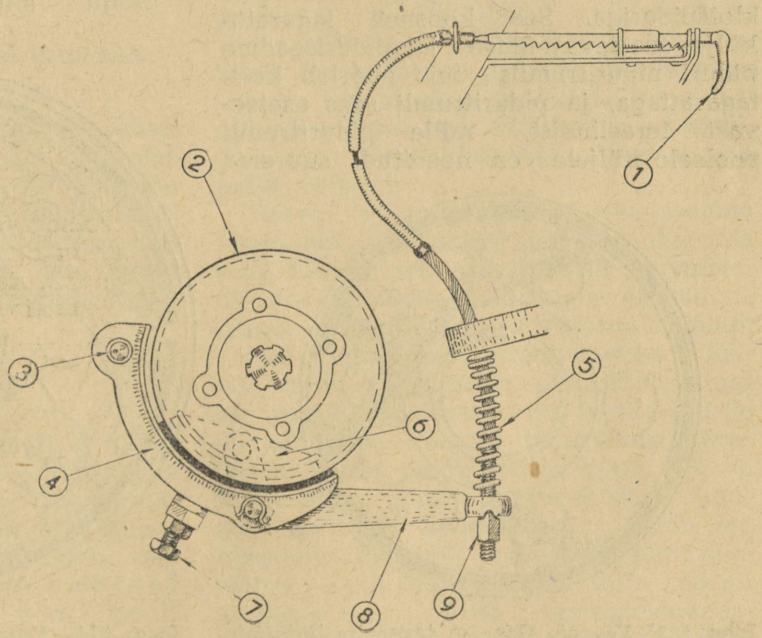
Joon. 571. Käsipiduriseadme ketaspidur.

1 — ketaspiduri ketas, 2 — pidurivarras, 3 — tugi, 4 — rippuv lüli, 5 — pidurdamishoob, 6 — piduriklots

Piduri reguleerimine toimub pidurdamishoova ja käsipidurihoova vahelise varda pikkuse reguleerimisega, mida saab teostada varrast ja pidurdamishooba ühendava hargi keeramisega, sest hark on keermega kinnitatud varda otsale.

Sellist käsipiduriseadme ketaspidurit kasutatakse näiteks veoautodel Gaz-AAA, Zis-6, Zis-42 ja Jag-6.

Joonisel 572 on toodud kardaanvõllil asetseva käsipiduriseadme klotspidur. Pidur koosneb auto jaotuskastist väljuvale võllile kinnitatud piduritrumlist, mis pöörleb koos selle võlliga. Piduritrumli alumises osas asetseb kaks piduriklotsi, üks väljaspool, teine seespool piduritrumlit. Väline



Joon. 572. Käsipiduriseadme klotspidur.

1 — käsipidurihoob, 2 — piduritrummel, 3 — alumise piduriklotsi tugi, 4 — alumine piduriklots, 5 — piduriklotside tagasitõukevedru, 6 — sisemine piduriklots, 7 — alumise piduriklotsi reguleerimiskruvi, 8 — pidurdamishoob, 9 — piduri reguleerimiskruvi.

piduriklots toetub ühest otsast jaotuskasti küljes olevale külgtoele ning keskelt jaotuskasti külge kinnitatud kesktoes olevale reguleerimiskruvile, mis ühtlasi määrab välise piduriklotsi ja piduritrumli vahele jääva õhuvahe pilu suuruse. Sisemine piduriklots toetub pidurdamishoova otsale. Pidurdamishoob omakorda toetub šarniiriga välise piduriklotsi otsale.

Juhiruumis, armatuurlaua all asetseva käsipidurihoova „pealetõmbamisel", mis on terastrossiga ühenduses pidurdamishoovaga, nihkuvad mõlemad piduriklotsid koomale, pigistades piduritrumli omavahel kinni ja takistades või peatades sellega piduritrumli pöörlemist. Käsipidurihoova vabastamisel surub terastrossil pidurdamishoova ja trossikõri vahel olev spiraalvedru piduriklotsid laiali. Sisemise piduriklotsi ja piduritrumli vahele jääva õhuvahe suurus on reguleeritav terastrossi otsas oleva terastrossi ja pidurdamishoova kinnitusmutriga.

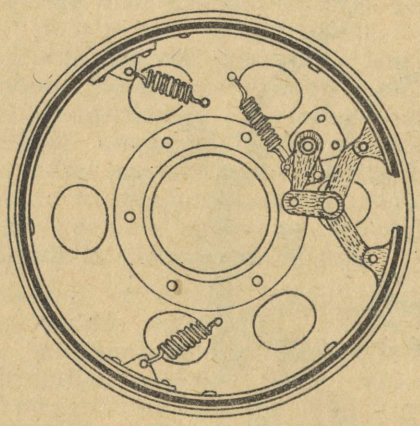
Käsipiduriseadme jaoks eraldi pidurite asetamisel tagaratastele kasutatakse peamiselt klotspidureid, millede ehitus ja töötamine on sama kui eespool kirjeldatud klotspiduritelgi. Mõningatel autodel aga kasutatakse ka sisemisi lintpidureid.

Joonisel 573 on toodud tagaratastel asetseva käsipiduriseadme sisemine lintpidur, mis asetseb kõrvuti jalgpiduriseadme klotspiduriga. See koosneb tagaratta küljes asetsevast ühisest jalgpiduriseadme piduri piduritrumlist, mis pöörleb koos tagarattaga, ja piduritrumli sees asetsevast teraslindist, mille piduritrumli poolsele küljele on needitud suurema hõõrdumistakistuse saamiseks pidurilint. Pidurilindi mõlemas otsas on šarniiriga kinnitatud nurgi asetsev otsalüli. Pidurdamishoob, mis on väljaspool piduriketast ühendatud varraste või trossi kaudu juhiruumis asetseva käsipidurihoovaga, on seespool piduritrumlit ühe vahelüli kaudu šarniiriga ühendatud nurgi asetsevate otsalülidega. Käsipidurihoova „pealetõmbamisel" lükkab pidurdamishoob nurgi asetsevate lülide abil pidurilindi otsad laiali, surudes pidurilindi vastu piduritrumlit. Pidurilindi ja piduritrumli vahel tekkiv hõõrdumine aeglustab, peatab või takistab piduritrumli pöörlemist.

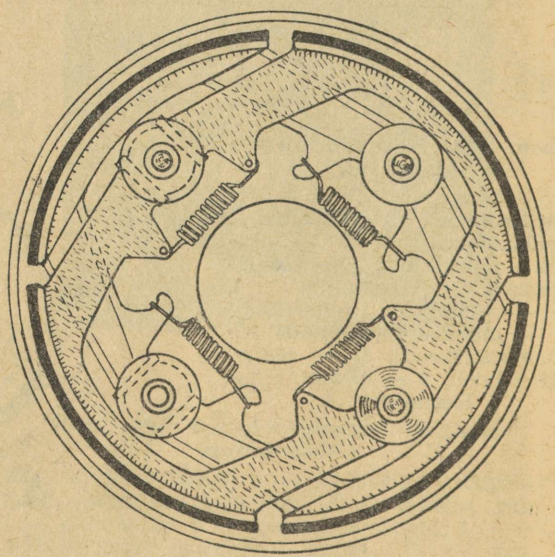
Käsipidurihoova vabastamisel tõmbab piduriketta külge kinnitatud spiraalvedru pidurdamishoova tagasi, vabastades seega pidurilindi otste laiali surumisest. Kaks spiraalvedru, mis on samuti kinnitatud piduriketta külge, tõmbavad pidurilindi alumise poole piduritrumlist eemale, kindlustades õhuvahe jäämist pidurilindi ja piduritrumli vahele. Mittepidurdamise olekus toetub pidurilint, hoituna kohal nimetatud kolme spiraalvedru poolt, pidurikettale, mis asetseb paralleelselt jalgpiduriseadme klotspiduri pidurikettaga, olles viimase külge kinnitatud.

Tagaratastel asetsevate käsipiduriseadme sisemisi lintpidureid kasutatakse näiteks veoautodel Gaz-AA.

Nagu siintoodud käsipiduriseadme



Joon. 573. Veoauto Gaz-AA tagaratta lintpidur.



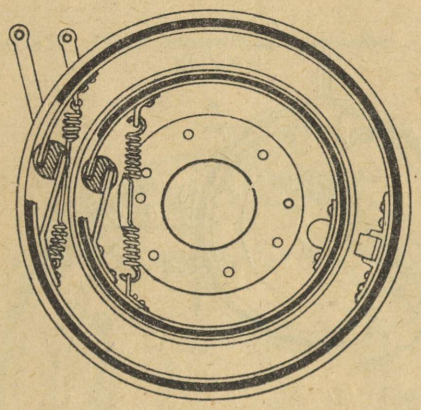
Joon. 574. Veoauto Zis-5 tagaratta klotspidur.

sisemise lintpiduri kirjeldusest selgub, asetseb see auto tagaratastel paralleelselt jalgpiduriseadme piduriga. See konstruktsioon nõuab laia piduritrumlit.

Sama hästi aga võivad mõlemad pidurid olla paigutatud järjestikku või kontsentriliselt, kumbki eraldi piduritrumlil.

Joonisel 574 on toodud tagarattal asetsevate jalg- ja käsipiduriseadmete pidurite järjestikune asend, mis mõjuvad ühisele trumlile. Mõlemad pidurid on ehitatud klotspiduritena. Üks vastastikku asetsevatest klotside paarist on hoovastiku kaudu ühenduses piduripedaaliga, teine käsipidurihoovaga. Nende töötamine on analoogiline eespool kirjeldatud klotspidurite töötamisega.

Selliseid pidureid kasutatakse näiteks veoautol Zis-5 ja autobusel Zis-8.



Joon. 575. Tagaratta sisemised lintpidurid.

Joonisel 575 on toodud jalg- ja käsipiduriseadmete pidurite asetus tagaratta kontsentrilistel piduritrumlitel. Välisele piduritrumlile on asetatud jalgpiduriseadme pidur ja sisemisele piduritrumlile käsipiduriseadme pidur, mis mõlemad on ehitatud sisemiste lintpiduritena.

Servopidurid

Selgitades eespool klotspiduri töötamist puudutasime lühidalt sõidusuunas eespool oleva piduriklotsi tugevamat surumist vastu piduritrumlit, kui sõidusuunas tagapool oleval piduriklotsil, mis on tingitud sellest, et eespoolsel piduriklotsil lisandub pööra poolt piduriklotsile laialisurumisel tekitavale survejõule P piduriklotsi ja piduritrumli vahel tekkiva hõõrdumisjõu μQ surve, mis ka omalt poolt surub eespoolse piduriklotsi vastu piduritrumlit (joon. 576 *a*). Selle tõttu eespoolse piduriklotsi pidurdamisjõud suureneb. Sõidusuunas tagapoolsel piduriklotsil on piduriklotsi ja piduritrumli vahel tekkiv hõõrdumisjõud vastusuunaline pööra poolt piduriklotside laialisurumisel piduriklotsi otsale avaldavale survejõule P, mille tõttu tagapoolse piduriklotsi pidurdamisjõud väheneb. Seega kuigi suurenes eespoolse piduriklotsi pidurdamisjõud, ei suurenenud selle võrra kogu piduri pidurdusvõime, sest tagapoolse piduriklotsi pidurdamisjõud sama võrra vähenes.

See on maksev pidurite kohta, mille klotsid olid oma alumiste otstega kas ühes või kahes punktis toetatud.

Selliste piduritega varustatud autoga tagurpidisuunas sõites on auto pidurdusvõime sama suur kui edaspidisõidulgi.

Enamiku praegusaja autode piduritel kasutatakse aga ära piduriklotsi ja piduritrumli vahel tekkivat hõõrdumisjõudu selleks, et suurendada selle abil pidurite kogu pidurdusvõimet, et vähendada jõuvankrijuhi poolt pidurdamisel piduripedaalile rakendatavat jõudu ning muuta pidurid töötamiskindlamateks. Selleks on mitu võimalust.

Üheks võimaluseks on siin auto eespoolsete piduriklotside pikendamine (joon. 576 *b*) ja tagapoolsete lühendamine. Sellise piduri üldpidurdusvõime on suurem kui tavalise kaheklotsilise piduri pidurdusvõime, aga ainult auto edasisõidul, auto tagurpidisuunas sõitmisel aga palju väiksem.

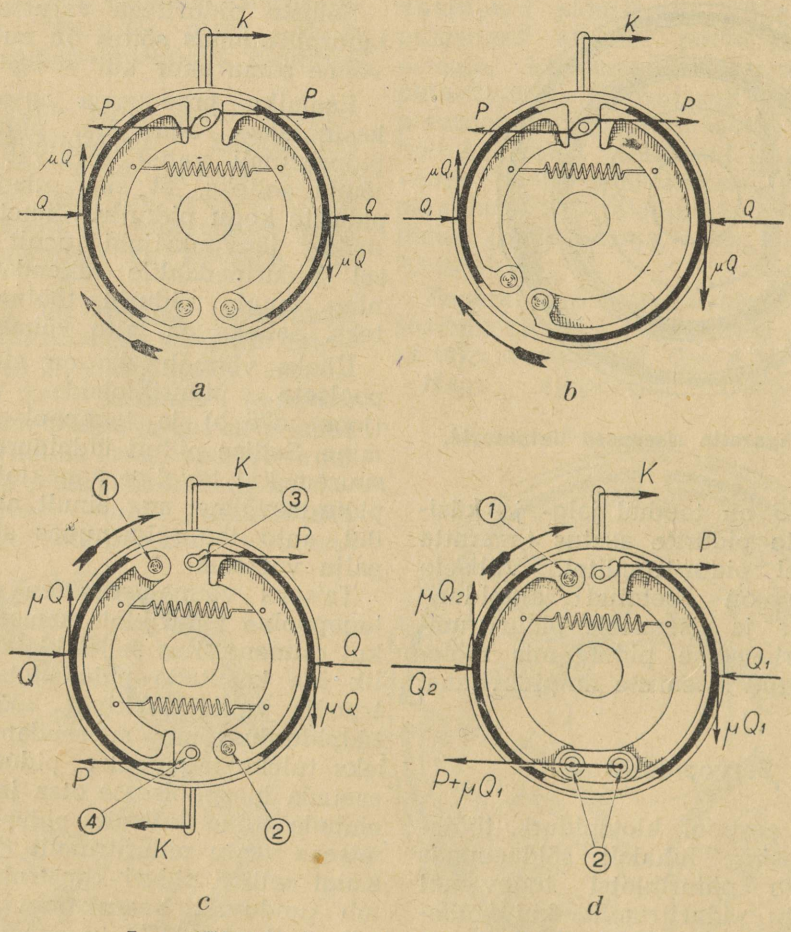
Teiseks võimaluseks on siin asetada tagapoolne piduriklots samasse olukorda kui esimene, kus sellel klotsil on võimalik ära kasutada piduriklotsi ja piduritrumli vahel tekkivat hõõrdumisjõudu üldpidurdusvõime suurendamiseks. Selleks tuleks tagapoolse piduriklotsi tugi asetada ülespoolsesse otsa ja alla juurde ehitada teine kühmik piduriklotsi surumiseks vastu piduritrumlit (joon. 576 *c*). Kuigi sellise piduri konstruktsioon muutub tunduvalt keerukamaks, annab see vähemalt 30—40% tugevama pidurdusvõime. Kuid seda ainult auto edasisuunas-sõidul. Auto tagurpidisuunas-sõidul on selline pidur vastavalt väik-

sema pidurdusvõimega. Kuid tavaliselt auto liigub tagurpidisuunas alati väga aeglaselt, kus pole vajagi sama tugevat pidurdusvõimet kui edaspidisõidul. Mõned pidurid selle vastu on täiendatud seadmetega, mille tõttu saavutatakse auto tagurpidisuunas-sõidul sama pidurdusvõimet, kui edasisõidul. Kuid sellest eespool toodavas näites tegelikult läbiviidud pidurikonstruktsioonide kohta.

Kolmandaks võimaluseks on ehitada pidurid selliselt, et eespoolne piduriklots ei tugine mitte kindlale toele, mis on kinnitatud piduriketta külge, vaid toetub šarniiriga tagapoolsele piduriklotsile. Tagapoolse piduriklotsi ülemine ots aga toetub piduriketta küljes olevale toele (joon. 576 *d*).

Sellisest konstruktsioonist on peale konstruktsiooni lihtsustamise teise kühmiku äralangemise tõttu nii öelda kahekordne kasu: nimelt avaldub tagapoolsele piduriklotsile kõigepealt eespoolse piduriklotsi kaudu üleantav kühmiku survejõud P ning peale selle lisandub sellele eespoolse piduriklotsi hõõrdumisjõud μQ_1. Nende mõlema jõu poolt surutakse tagapoolne piduriklots vastu pidurtrumlit, mis tõstab selle pidurdusvõimet, rääkimata sellest, et ka siin on ära kasutatud mõlema piduriklotsi hõõrdumisjõudu nende pidurdusvõime suurendamiseks. Kuna tagapoolsele piduriklotsile avaldub suurem surve $(P+\mu Q_1)$, ehitatakse see mõningatel piduritel pikem kui eespoolne (joon. 577). Mõnedel piduritel ehitatakse kahe piduriklotsi asemel kolm piduriklotsi (joon. 578).

Sellisel põhimõttel töötavad pidurid annavad kuni kaks korda tugevamat

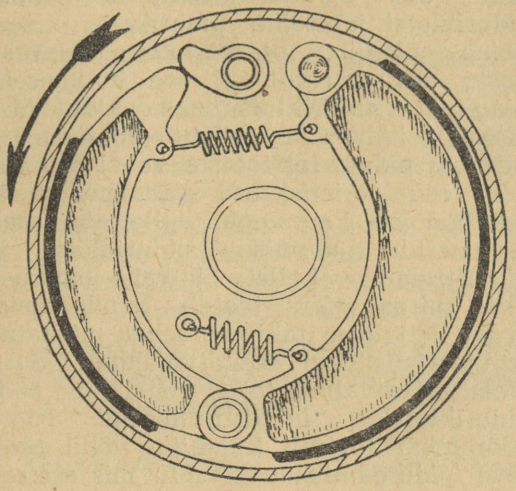


Joon. 576. Pidurdamisel tekkivad hõõrdumisjõud.

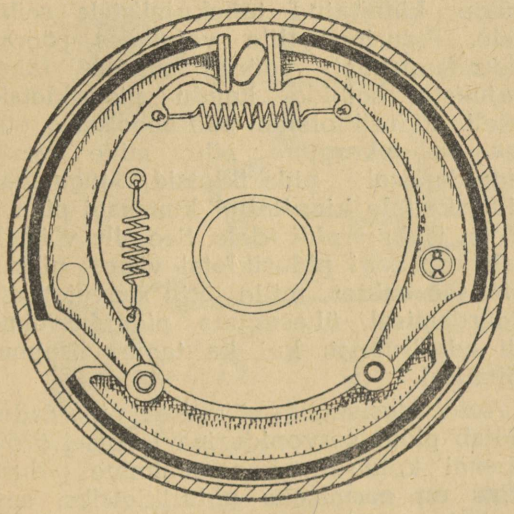
1 — tagapoolse piduriklotsi tugi, 2 — eespoolse piduriklotsi tugi, 3 — eespoolse piduriklotsi pöör, 4 — tagapoolse piduriklotsi pöör.

1 — piduriketta külge kinnitatud tugi, 2 — piduriklotsi otsa külge kinnitatud šarniirne tugi.

pidurdusvõimet kui tavaline kahe klotsiga pidur, kuid loomulikult ainult auto sõidul edaspidisuunas.



Joon. 577. Pidur suurema tagapoolse piduriklotsiga.



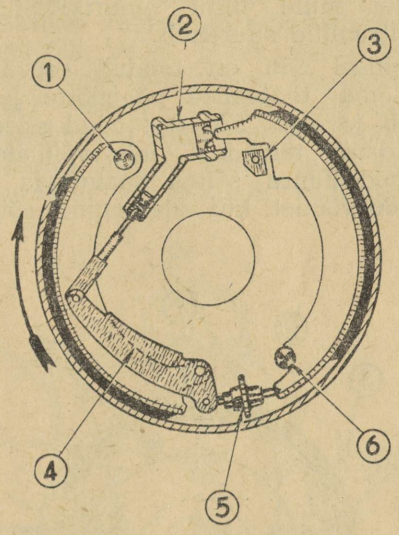
Joon. 578. Pidur kolme piduriklotsiga.

Pidurdusvõime suurendamiseks ka tagurpidisuuna-sõidul kasutatakse mõningaid täiendusi.

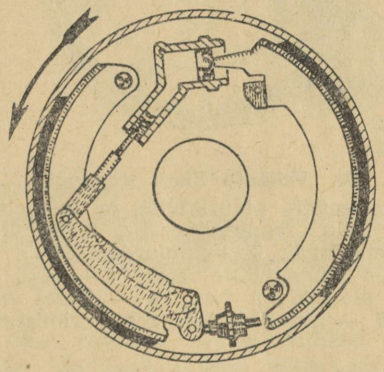
Pidurid, kus kasutatakse ära piduri enese hõõrdumisjõudu selleks, et enda pidurdusvõimet suurendada, nimetatakse servopiduriteks.

Joonisel 579 on toodud servopidur, mis oma töötamispõhimõtte poolest vastab joonisel 576 *d* toodud skeemile, kuid omab täiendusi suurema pidurdusvõime saamiseks ka sõidul tagurpidisuunas.

Pidurdusjõu üleandmine toimub siin hüdrauliliselt, milleks piduril on kaks pidurisilindrit. Ühelt pidurisilindrilt avaldub survejõud eespoolsele piduriklotsile otseselt, teiselt tagapoolsele piduriklotsile pidurihoova kaudu. Pidurdamisel auto edasisuunas-sõidul (joon. 579 *a*) on eespoolsel piduriklotsil kindel piduriketta külge kinnitatud tugipunkt piduriklotsi alumises osas ja tagapoolsel piduriklotsil ülemises osas. Seega toimub siin pidurdusvõime suurenemine piduriklotside ja piduritrumli vahel täielikult joonisel 576 *c* toodud skeemi kohaselt.



a



b

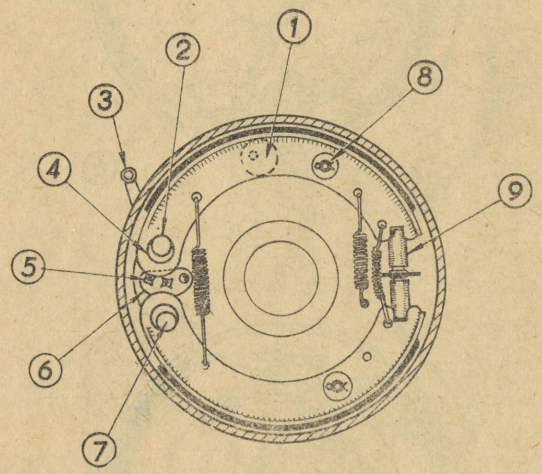
Joon. 579. Servopidur.

a — töötamisel edasisõidul, *b* — töötamisel tagasisõidul.

1 — tagapoolse piduriklotsi tugi, 2 — pidurisilinder, 3 — eespoolse piduriklotsi ülemine tugi, 4 — pidurihoob, 5 — reguleerimiskruvi, 6 — eespoolse piduriklotsi alumine tugi.

Pidurdades autot sõidul tagurpidisuunas on eespoolsel piduriklotsil kindel tugi piduriklotsi ülemises otsas, mille vastu teda surub, viies piduriklotsi alumisest toest eemale, piduriklotsi ja piduritrumli vaheline hõõrdumisjõud. Sellele aitab omalt poolt kaasa tagapoolse piduriklotsi piduri silindri surve pidurihoova kaudu, mille alumine ots avaldab pidurite reguleerimiskruvi kaudu survet eespoolse piduriklotsi alumisele otsale. Sellega suureneb, pidurdades tagurpidisuunas-sõidul, eespoolse piduriklotsi pidurdusvõime, sest eespoolse piduriklotsi ülemine ots läheb just kui kiiluliselt ülemise toe ja piduritrumli vahele, mille tõttu piduriklotsi surve piduritrumlile suureneb.

Joonisel 580 on toodud servopidur, mis oma töötamise põhimõtte poolest vastab joonisel 576 *d* toodud skeemile, kuid omab täiendusi, mis võimaldavad tagurpidisuunas sõites saavutada sama pidurdusvõimet, kui edasisuunas-sõidulgi.



Joon. 580. Veoauto Zis-5 servopidur.

1 — ekstsentrik piduriklotsi ja piduritrumli vahelise pilu reguleerimiseks, 2 — ülemise piduriklotsi tugi, 3 — pidurdamishoob, 4 — pilu, 5 — tähekujuline seib, 6 — pöör, 7 — alumise piduriklotsi tugi, 8 — klotsi vedrutugi, 9 — piduriklotside reguleerimiskruvi.

Pidur koosneb ratta külge kinnitatud piduritrumlist ja kahest piduriklotsist, mida hoiavad koos kaks spiraalvedru. Vedrude poolt kooshoituna ripuvad mõlemad piduriklotsid piduriketta küljes oleval ekstsentrikul, mis toetab ülemist piduriklotsi. Selle ekstsentriku abil saab väljastpoolt piduriketast reguleerida ülemise piduriklotsi ja piduritrumli vahelist õhuvahe suurust. Kolmas spiraalvedru, mille üks ots on kinnitatud ülemise piduriklotsi ja teine piduriketta külge, hoiab ülemist piduriklotsi tugevasti vastu ekstsentrikut, et see ei logiseks ning et piduriklots mittepidurdamise olekus ei hõõruks vastu piduritrumlit. Mõlema piduriklotsi otste vahel on ühel pool reguleerimiskruvi parempoolse ja vasakpoolse keermega, mille abil saab reguleerida alumise piduriklotsi ja piduritrumli vahelist õhuvahe suurust. Üks spiraalvedru toetub reguleerimiskruvi kettale ja takistab seega määratud reguleerimiskruvi asendit muuta. Piduriklotsi otste vahel teisel pool on pöör piduriklotside laialisurumiseks. Pööra pööramine toimub kühmiku võllil asetseva pidurdamishoova abil, mis asetseb väljaspool piduriketast ning on hoovastiku kaudu ühenduses juhiruumis oleva piduripedaaliga. Hõõrdumistakistuste vähendamiseks ei toetu piduriklotside otsad otseselt pöörale, vaid pööra külge kinnitatud tähekujulistele seibidele. Piduripedaalile vajutades pöörab pidurdamishoob pööra, surudes tähekujuliste seibide kaudu piduriklotsid laiali. Piduriklotside pöörapoolsetes otstes on pikergune pilu, mille kaudu pidurdamisel piduriklotsid tuginevad pidurikettale kinnitatud kummagi piduriklotsi jaoks eraldi toele. See pilu võimaldab kummagi piduriklotsi vähest nihkumist toe suhtes, mille tõttu saavutatakse pidurdamisel ühesugune pidurdusvõime nii edasisuunas kui ka tagurpidisuunas sõitmisel.

Auto edasisuunas-sõitmisel pidurdades töötab pidur servopidurina joonisel 576 *d* skeemi kohaselt, kus pealmine piduriklots on eesmiseks piduriklotsiks, sest pealmise piduriklotsi tugi ei takista pikerguse pilu tõttu piduriklotsi edasi nihkumast ratta pöörlemise suunas, ning piduriklotsi ja piduritrumli vahel tekkiv hõõrdumisjõud saab avaldada survet alumise piduriklotsi toele.

Auto pidurdamisel tagurpidi sõites on eesmiseks piduriklotsiks alumine piduriklots, mis nihkub pikerguse pilu tõttu omal toel edasi, avaldades hõõrdumisjõuga survet pealmisele piduriklotsile, mis sel puhul tugineb oma toele.

Nii saavutatakse selle piduri töötamist

servopidurina pidurdamisel auto sõidul mõlemas sõidusuunas.

Selliseid pidureid kasutatakse veoautodel Zis-5 eesratastel.

Pidurdamisjõu ülekandeseadeldised

Jõuvankrijuhi poolt juhiruumis asetsevale piduripedaalile avaldatud pidurdamisjõud antakse ratastel asuvatele piduritele üle kahel viisil:

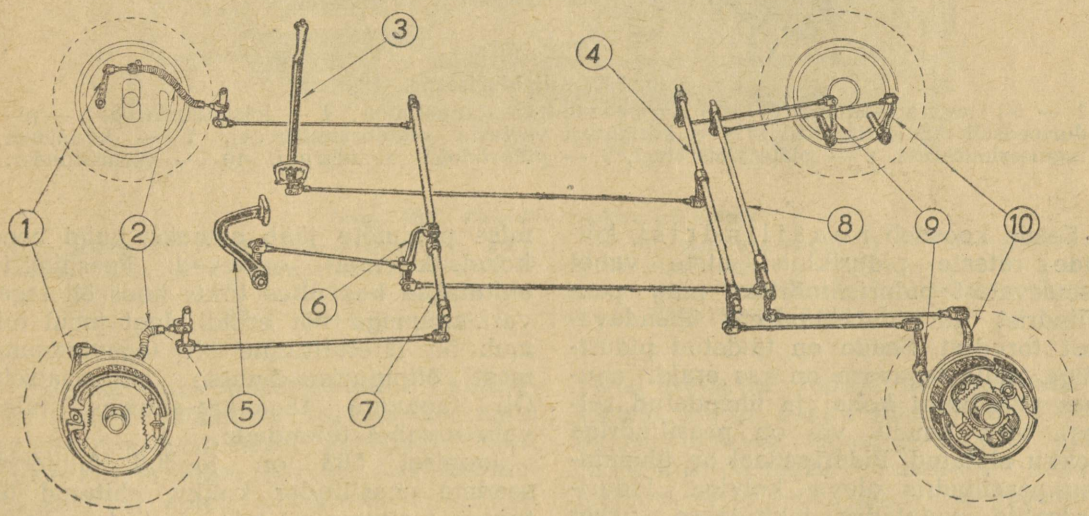
1) mehaanilisel teel hoobade, võllide, varraste ja trosside abil,
2) hüdraulilisel teel surve avaldamisega torustikus olevale õlile.

Pidurdamisjõu ülekandmine käsipidurihoovalt käsipiduriseadme pidurile toimub eranditult mehaaniliselt.

Mehaaniline piduriseade

Joonisel 581 on kujutatud pidurdamisjõu ülekandmise viis mehaanilisel teel. eesratta pidurikettal oleva pidurdamishoovaga. Ühendamine painduva terastrossiga on oluline selle tõttu, et pidurdamisjõudu saaks üle anda autoraamil asuvalt hoovalt õõtsuvale ja sõidusuunas pööratavale rattapidurile. Pidurdamishoob teatavasti on ühenduses pööraga, mis surub pidurdamisel piduriklotsid vastu piduritrumlit.

Ühtlustaja alumisest otsast antakse pidurdamisjõud varda ja hoova kaudu üle vahevõllile ning sealt edasi teise hoova ja varda kaudu tagarataste pidurikketta küljes olevale pidurdamishoovale. Siin pole painduvat terastrossi vaja, sest pidurdamisjõu ülekandmist õõtsuvatele tagaratastele võimaldab pidurdamishoova ja vahevõlli vahel oleva varda kaasaõõtsumine vahevõlli suhtes. Sealjuures on vahevõlli asend valitud selliselt, et pidurdamishoova õõtsumine vahevõlli suhtes toimuks lähidalt sama kaart mööda, kui tagasilla õõtsuminegi, vedrude kin-



Joon. 581. Mehaaniline piduriseade.

1 — eesrataste pidurdamishoob, 2 — painduv tross, kaetud kõriga, 3 — käsipidurihoob, 4 — käsipiduri vahevõll, 5 — piduripedaal, 6 — ühtlustaja, 7 — vahevõll, 8 — tagaratta pidurite vahevõll, 9 — käsipiduri pidurdamishoob, 10 — tagarataste pidurdamishoob.

Juhiruumis asetsev piduripedaal on ühe varda kaudu ühenduses nn. ühtlustajaga, mis ühtlustab pidurdamisjõu üleandmist eesratastele ja tagaratastele. Ühtlustaja ülemisest otsast antakse pidurdamisjõud üle hoobade, vahevõlli ja varraste kaudu autoraami eesotsa raami külge kinnitatud hoovani, mis omakorda on painduva terastrossiga ühenduses auto nituskoha ümber, mille suhtes õõtsub tagasild. Vastasel korral võib vetrumisel tekkida pidurdamine.

Käsipidurihoovalt toimub pidurdamisjõu ülekandmine ühe varda kaudu vahevõllile ning sealt teise varda kaudu tagarataste pidurikettal asuvate käsipiduriseadme pidurite pidurdamishoobadele.

Jalgpiduriseadet, kus pidurdamisjõu

ülekandmine toimub mehaaniliselt, nimetatakse mehaaniliseks piduriseadmeks.

Mehaanilise piduriseadmega on varustatud näiteks veoautod Gaz-AA, Zis-5, sõiduautod Gaz M-1 ja Zis-101.

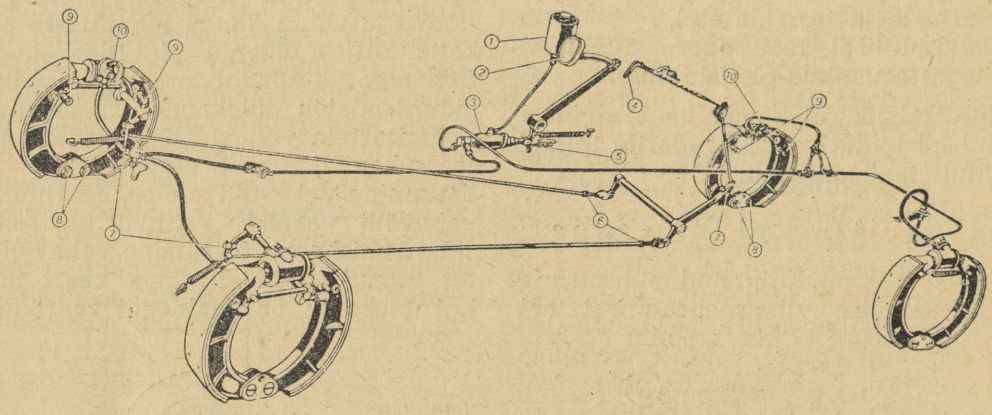
Õlipiduriseade

Joonisel 582 on toodud pidurdamisjõu ülekandmise viis hüdraulilisel teel.

nud. Nende peamised eelised on: lihtne ehitus, vähene hool kasutamisel, harva esinev vajadus reguleerimiseks ning sujuv pidurdamisjõu ülekandmine kõigile ratastele ühtlaselt.

Pidurdamisjõu ülekandmine õlisurvena torustiku osast, mis on kinnitatud autoraami külge, õõtsuvate rataste piduriketтal asetsevale pidurisilindrile toimub painduva vooliku kaudu.

Õlipiduriseadmete peasilindrite tööta-



Joon. 582. Õlipiduriseade.

1 — õli tagavara-anum, 2 — piduripedaal, 3 — peasilinder, 4 — käsipidurihoob, 5 — piduripedaali reguleerimiskruvi, 6 — käsipiduri varraste reguleerimiskruvi, 7 — käsipiduri reguleerimiskruvi, 8 — piduriklotsi tugi, 9 — piduriklotsi hoidekruvi, 10 — pidurisilinder.

Seade koosneb peasilindrist, kõikide rataste piduriklotsi otste vahel asetsevatest pidurisilindritest ning peasilindrist ja pidurisilindreid ühendavatest torudest. Seade on täidetud piduriõliga, mille tagavara on kas eraldi anumas peasilindri kohal ja ühendatud sellega toru kaudu või on peasilindriga kokku ehitatud. Piduripedaal on ühenduses peasilindris oleva kolviga. Piduripedaalile vajutades tekitatakse survet peasilindris olevale kolvile. See surve kandub torustikus oleva õli kaudu üle kõikide rataste pidurisilindritele, kus see, sealolevaid kolbe laiali surudes, rõhub piduriklotsid vastu piduritrumlit.

Jalgpiduriseadet, kus pidurdamisjõu ülekandmine toimub hüdraulilisel teel, nimetatakse õlipiduriseadmeks, kuna jõuülekandmine toimub seadmes kasutatava õli kaudu.

Õlipidurid on osutunud sedavõrd otstarbekohasteks ja käsitamiskindlateks, et need on nüüdisajal mehaanilisi pidureid peaaegu täielikult kõrvale tõrjumise põhimõte jääb samaks, kuigi need konstruktiivselt erinevad. Peasilindrid ehitatakse kas ühes tükis koos õli tagavara-anumaga või eraldi. Igal juhul toimub õli järeltäitmine õli tagavara-anumast õlipiduriseadmesse automaatselt. Õli tagavara tagavara-anumas tuleb vahete-vahel täiendada.

Joonisel 583 on toodud õlipiduriseadme peasilinder kokku ehitatud õli tagavara-anumaga, mis asetseb silindri peal. Tagavaraõli juurdelisamiseks on tagavara-anumal korgiga kaetud ava. Välisõhuga ühendamiseks on korgis väikesed õhuaugud.

Peasilinder ise on ühenduses tagavara-anumaga kahe ava kaudu. Suurem nendest on määratud õli läbivoolamiseks, väiksem kompenseerimiseks.

Silindris liigub kolb, mis eesotsast on tihendatud kummist mansetiga ja tagaotsast kummist tihendusrõngaga. Kolb on keskelt väiksema läbimõõduga kui silinder ning vahe on täidetud õliga, mis voolab sinna tagavara-anumast läbi-

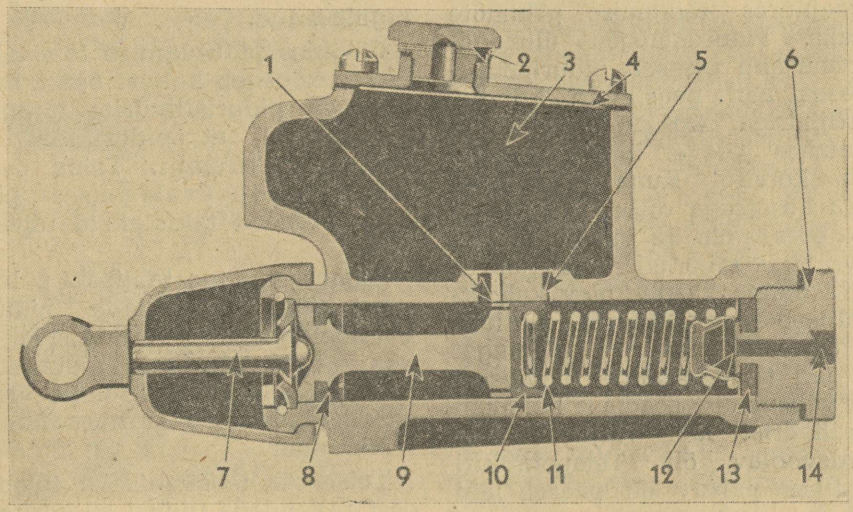
voolamisava kaudu. Kolvi põhjas on avad, mis on kolvi eesotsas kaetud nimetatud kummist mansetiga. Kolb on kolvivarda abil ühenduses piduripedaaliga.

Silindri otsas asetseb kokkuehitatud õli väljavoolamis- ja tagasivoolamisklapp. Tagasivoolamisklappi hoiab kohal kummist manseti ja klapi vahele asetatud kruvivedru. Väljavoolamisklapp toetub väikese kruvivedru survel tagasivalgumisklapi peale, sulgedes seal oleva õli väljavoolamise ava.

nõga, seda suurem on pidurisilindrite kolbidele ülekantav pidurdamisjõud.

Piduripedaalile avaldatav pidurdamisjõud tekitab torustikus ja pidurisilindreis võrdlemisi kõrget rõhku, mis ulatub sõiduautode piduritel kuni 20 at ja veoautodel koguni kuni 80 at.

Piduripedaali vabastamisel lakkab surve peasilindri kolvile, mille tõttu spiraalvedru, mis asetseb kolvi manseti ja tagasivoolamisklapi vahel, saab kolvi algasendisse tagasi suruda. Piduriklotside



Joon. 583. Õlipiduriseadme peasilinder.

1 — õliava, 2 — õli tagavara-anuma kork, 3 — õli tagavara-anum, 4 — õli tagavara-anuma kaas, 5 — kompenseeriv ava, 6 — silindri otsamutter, 7 — kolvivarras, 8 — kolvi tihendusrõngas, 9 — kolb, 10 — kolvimanset, 11 — kolvi tagasitõukevedru, 12 — klapp, 13 — klapipesa, 14 — õli välja- ja tagasivoolamise ava.

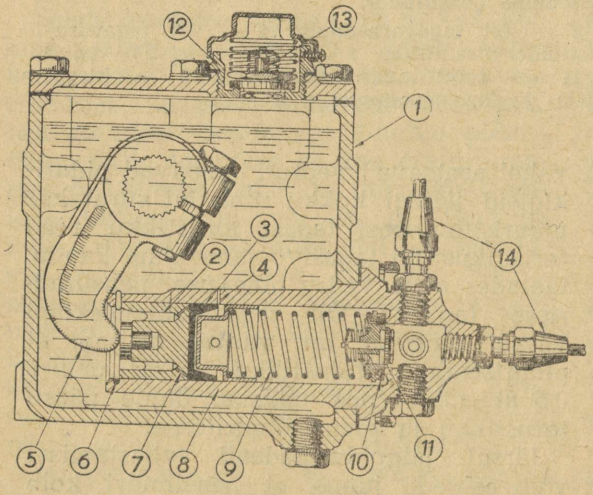
Pidurdamiseks piduripedaalile vajutades kandub jalasurve kolvivarda kaudu kolvile ning kolb liigub sissepoole, avaldades survet õlile niipea, kui kummimanseti äär suleb peasilindri ja tagavara-anuma vahel oleva kompenseerimisava. Õli survel, mis sõltub piduripedaalile avaldatud survejõust, avaneb õli väljavoolamisklapp ning õli voolab väljavoolamisava kaudu torustikku, surudes sealt osa õli ratastel asuvatesse pidurisilindritesse ning andes pidurdamisjõu üle pidurisilindrite kolbide kaudu piduriklotsidele.

Pidurisilindritele ülekantava pidurdamisjõu suurus sõltub kõikide pidurisilindrite kolvipindade kogupinna ja peasilindri kolvipinna suhtest. Mida väiksem on peasilindri kolvipind, võrreldes pidurisilindrite kolvipindade kogupinvahel asetsevad vedrud tõmbavad piduriklotsid jällegi kokku ning õli surutakse pidurisilindritest tagasi torustikku ning torustikust õli tagasivoolamisklapi kaudu, ületades selle vedru pinevuse, peasilindrisse tagasi. Õli tagasivoolamisklapi vedru pinevus on valitud selline, et piduriseadme torustikku jääks umbes 0,5 at rõhk, mis takistab õhule pääsu torustikku ja pidurisilindritesse.

Järsul jalgpiduripedaali vabastamisel võib esineda juhus, et peasilindri kolb nihkus kiiremini oma algasendisse tagasi, kui piduriseadme torustikust peasilindrisse tagasivoolav õli suudab silindrit täita. Seega tekib peasilindris hõrendus, kuhu voolab välisõhk. Et seda ei juhtuks, ongi peasilindri kolb ümbritsetud õliga, ning sealt voolab õli läbi kolvi põhjas olevate avade, kummimansetit

kergitades, silindrisse. Kolvi ümbruse vaheruumist äravoolanud õli täiendub tagavara-anumast läbivoolamisava kaudu. Hiljem torustikust silindrisse tagasivoolav liigne õli pääseb kompenseerimisava kaudu tagavara-anumasse tagasi. Sama ava kaudu voolab tagavara-anumasse tagasi seadmes temperatuuri tõusu mõjul tekkiv õli paisumise hulk ning voolab juurde seadmest sinna sattunud õhu väljalaskmisel väljavoolanud õlihulk.

Joonisel 584 toodud õlipiduriseadme peasilinder erineb eelmisest konstruktiivselt, seejuures töötamise põhimõte jääb samaks. Pidurdamisjõu ülekandmine ei toimu siin otseselt piduripedaalilt kolvivarda abil peasilindri kolvile, vaid peasilindriga kokkuehitatud õli tagavara-anumas oleva hoova kaudu, mis toetub kolvile. Kuna peasilinder asetseb oma eesotsaga otseselt õli tagavara-anuma sees, pole ka vajadust kolvi ümber oleva õliga täidetud ruumi järele. Õli tagavara-anuma kaanes olev kaksikventiil hoolitseb pideva õhurõhu ühtluse eest õli tagavara-anumas. Mõningat lekkimise ja temperatuuri langusest tingitud õli vähenemist seadmes kompenseerib peasilindrist läbi väljavoolamisklapi juurdevoolav õli. Temperatuuri mõjul torustikus paisuv õli pääseb läbi tagasivoolamisklapi silindrisse, ning sealt kompenseerimisava kaudu tagavara-anumasse.



Joon. 584. Õlipiduriseadme peasilinder.

1 — õli tagavara-anum, 2 — kolb, 3 — kummimanset, 4 — õli kompenseerimise ava, 5 — pidurdamisjõu ülekandehoob, 6 — tõkkevõru, 7 — õlikanal, 8 — silinder, 9 — kolvivedru, 10 — õli tagasivoolamise klapp, 11 — õli väljavoolamise klapp, 12 — õli tagavara-anuma kork, 13 — rõhuühtlustusklapp, 14 — õlitorustiku kinnitusniplid.

Õli hulk, mida on vajalik pidurisilindrite täiteks pidurisilindritesse suruda, enne kui piduriklotsid pidurisilindri kolbide poolt surutakse vastu piduritrumlit, on veoautode juures, kus pidurisilindrid suurema pidurdamisjõu üleandmiseks on suuremamõõtelised kui sõiduautodel, võrdlemisi suur, eriti kulunud pidurilintide puhul, kus piduriklotsi ja piduritrumli vaheline õhuvahe pole õigeks reguleeritud.

Jälgides pidurdamise toimingut näeme, et see koosneb kahest osast. Esimene osa koosneb pidurisilindrite täitmisest õliga sel määral, et piduriklotsid toetuksid vastu piduritrumlit. Teine osa koosneb tugeva surve avaldamisest piduriklotsidele, et need takistaksid rataste pöörlemist.

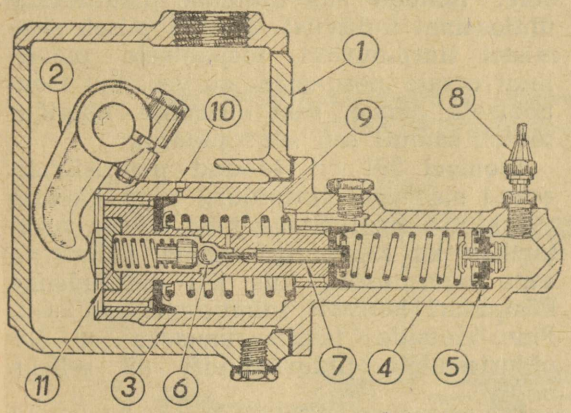
Esimese osa teostamiseks pole vaja kuigi suurt jõudu avaldada pidurisilindrite kolbidele, sest piduriklotside nihkumine kuni kokkupuuteni piduritrumliga ei vaja kuigi suurt jõudu. See-eest on aga pidurisilindritesse surutav õlihulk võrdlemisi suur.

Teise osa teostamiseks tuleb aga see-eest rakendada piduri silindrite kolbidele väga tugevat jõudu, et piduriklotse tugevalt suruda vastu piduritrumlit, suurema pidurdusvõime saamiseks. Sealjuures pole vajalik juurde anda kuigi suurt õlihulka, sest pidurisilindrid on juba õli täis ja esinevate rõhkude juures on õli kokkusurutavus väike.

Et mõlemad nõuded täita, s. o. teostada pidurdamise algul kiiret pidurisilindrite täitmist õliga, siis aga avaldada tugevat survet pidurisilindrite kolbidele, ehitatakse mõnedel veoautodel õlipiduriseadme peasilinder kaheastmelisena, mis koosneb kahest erinevate mõõdetega silindrist (joon. 585).

Piduripedaalile vajutamisel astub esijoones tegevusse suurema silindri kolb, mis saadab rohkemal hulgal õli läbi väiksema silindri kolvi põhjas olevate avade väiksemasse silindrisse ja sealt piduriseadme torustiku kaudu pidurisilindritesse. Seega toimub pidurisilindrite täitmine õliga kiiresti. On pidurisilindrid õliga täitunud kuni piduriklotside kokkupuuteni piduritrumlitega, siis algab piduriseadme torustikus ja väikse-

mas silindris õlirõhu tõus. Tõusnud rõhu tõttu väiksema silindri kolvi otsas olev kummimanset suleb suuremast silindrist õlile pääsu väiksemasse silindrisse ning ühtlasi, avaldades survet väiksema kolvi keskel olevale nõelale, avab suuremas kolvis oleva kuulklapi, mille kaudu suuremast silindrist õli saab välja voolata tagavara-anumasse. Nüüd töötab edasi vaid väiksem silinder, mille kolb tekitab väiksema kolvipinna tõttu suurt survet seadmes olevale õlile, avaldades tugevat pidurdamisjõu üleandmist piduri-silindrite kolbidele. Seega surutakse piduriklotsid tugevalt vastu piduri-trumlit.



Joon. 585. Kaheastmeline peasilinder.
1 — õli tagavara-anum, 2 — pidurdamisjõu ülekandehoob, 3 — suurema läbimõõduga silinder, 4 — väiksema läbimõõduga silinder, 5 — välja- ja tagasivoolamise klapp, 6 — kuulklapp, 7 — kuulklapinõel, 8 — õlitorustiku kinnitusnippel, 9 — õli väljavoolamise ava silindrist, 10 — õli kompenseerimise ava, 11 — õli tagasivoolamise ava tagavara-anumasse.

Õlipiduriseadme puudusteks tuleks nimetada kahte asjaolu. Esiteks, kui õlipiduriseadme torustikku või piduri-silindrisse satub õhku, siis sõltuvalt õhu-hulgast pidurdusvõime nõrgeneb või seda pole üldse. See tuleb sellest, et seadmesse sattunud õhu kokkusurutavus on märksa suurem kui õlil, seega pea-silindri kolb jõuab enne oma äärmisesse asendisse, kui silindrist väljasurutav õli-hulk on jõudnud seadmes olevat õhku sedavõrd kokku suruda, et see avaldaks pidurdavat mõju. Asja saab siin paran-dada sel teel, et vabastatakse järsult piduripedaal ja surutakse uuesti sellele, ning kui sellest ei jätkunud, siis veel kord. Sel kombel pumbatakse õli taga-vara-anumast piduriseadmesse juurde, sest järsul jalgpiduripedaali vabastami-sel, nagu eespool nimetatud, voolab õli peasilindri kolvi ümber olevast ruumist läbi kolvi põhjas olevate avade pea-silindrisse. Kuid autosõidul esineb juhtu-meid, kus pidurdamiseks pole aega kahe- või kolmekordsele piduripedaalile suru-miseks, vaid pidurdamine peab toimuma hetkegi viivitamata.

Kuid veel halvem on olukord, kui ühes kohas toru katkeb, murdub või tekib pragu. Siis on kogu piduriseade tööst välja viidud. Piduripedaalile vaju-tades voolab torustikku surutav õli kat-kemiskohast välja ning siin ei aita ka mitmekordne piduripedaalile vajutamine. Selle puuduse kõrvaldamiseks ehitatakse õlipiduriseadme peasilinder kahesi-lindrilisena, kas järjestikku või kõrvutiasetsevate silindritega.

Joonisel 586 on toodud kahesilindriline järjestikku asetsevate silindritega piduri-seade. Tagapoolses silindris oleva kolvi mõjul toimub auto eesrataste pidurda-mine ja eespoolses silindris oleva kolvi mõjul auto tagarataste pidurdamine. Sel-leks on tagapoolne silinder ühendatud omaette torustikuga auto eesrataste pidurisilindritega. Mõlemad kolvid pole omavahel mehaaniliselt seotud, vaid tagapoolse silindri kolb liigub eespoolse silindri kolvi poolt avaldatud õlisurve mõjul. Mõlema silindri töötamise põhi-mõte on samane, mis eespool toodud.

Pidurdamisel korras seadmega kandub vajutussurve piduripedaalilt üle pea-silindri eespoolsele kolvile, mille survel eespoolsest silindrist õli voolab taga-rataste õlitorustikku. Samal survel taga-poolne kolb nihkub edasi ja tõrjub taga-poolsest silindrist õli eesrataste õli-torustikku (joon. 586-*a*).

Kui piduriseadme eesrataste torustikus esineb vigastus, mis võimaldab õli välja-voolamist torustikust, on eesrataste pidurid tegevusest välja viidud, kuid tagarataste pidurid töötavad edasi, sest eespoolse silindri kolb saab sellest silindrist suruda õli tagarataste õlitorus-tikku, sellele vaatamata et tagapoolne kolb tööst osa ei võta ning on surutud vastu tagapoolset silindri otsa (joon. 586-*b*).

Kui piduriseadme tagarataste torusti-kus esineb vigastus, siis toetub eespoolse silindri kolb otseselt tagapoolsele kolvile

ning annab pidurdamisjõu otseselt edasi tagapoolsele kolvile (joon. 586-c). Seega avaldub pidurdamisjõud eesrataste, sellele vaatamata et piduriseadme tagarataste õlitorustik on vigastatud.

Joonisel 587 on toodud kahesilindriline paralleelselt asetsevate peasilindritega piduriseade, milledest üks on ühendatud eraldi-torustikuga auto eesratastega, teine tagaratastega. Töötamise põhimõttelt vastab see täielikult eespool toodud samatüübilisele ühe silindriga piduriseadmele (joon. 584). Erineb vaid veel selle poolest, et jõu ülekandmine pidurdamishoovalt mõlemale silindrile toimub surveühtlustaja kaudu, mis kujutab endast neljakandilist varrast.

Pidurisilinder kujutab endast väikest silindrit, milles liigub üks või kaks kolbi. Parema tihenduse saamiseks silindri ja kolvi vahel ja võimaliku õlikao vältimiseks, asetatakse kolbidele õlikindlast kummist mansetid, mida hoiab kohal silindrisse paigutatud vedru. Iga pidurisilinder on varustatud väikse kruviga, mille kaudu saab lasta välja silindrisse ja torustikku sattunud õhku.

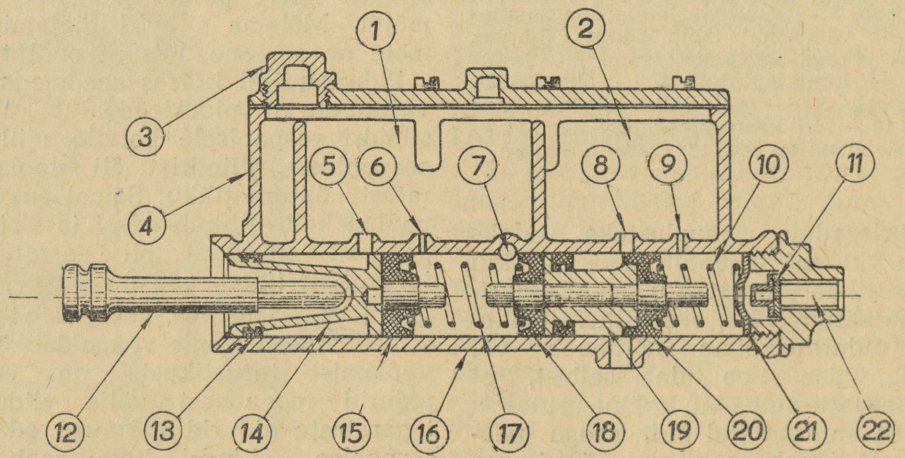
Joonisel 588 on toodud ühekolviline pidurisilinder. Pidurisilinder asetatakse piduriklotside vahele ning kinnitatakse ühe piduriklotsi külge silindril selleks ettenähtud aasaga ning teise piduriklotsi külge kolvil selleks oleva aasa kaudu.

Joonisel 589 on toodud kahekolviline pidurisilinder. Siin toimub pidurdamisjõu üleandmine kolbidelt piduriklotsidele kahe lühikese varda kaudu. See võimaldab paremat järeleandlikkust ja painduvust tekkivaile külgsurveile. Kaitseks tolmu pääsemise vastu pidurisilindrisse on pidurisilindri mõlemad otsad kaetud kummist kapsliga.

Joonisel 590 on toodud pidurisilinder kummaski otsas erineva läbimõõduga. Neid kasutatakse mõningatel servopiduritel, kus eespoolsele piduriklotsile saab avaldada nõrgemat survet kui tagapoolsele. Sellega saavutatakse pidurilintide ühtlasemat kuluvust. Samuti piisab sisemistel lintpiduritel eespoolsele pidurilindi otsale nõrgemast survest kui tagapoolsele otsale, sest sisemine lintpidur töötab samuti kui servopidurgi.

Joonisel 591 on toodud pidurisilindri asend sisemisel lintpiduril ning joonisel 592 klotspiduril. Samu piduriklotse kasutatakse ka käsipiduriseadme piduritena auto tagaratastel, kus jõu ülekandmine käsipiduri hoovalt toimub mehaaniliselt. Piduriklotside laialisurumiseks on õlipiduriseadme pidurisilindri all selleks pöör.

Kõigil õlipiduritega varustatud autodel

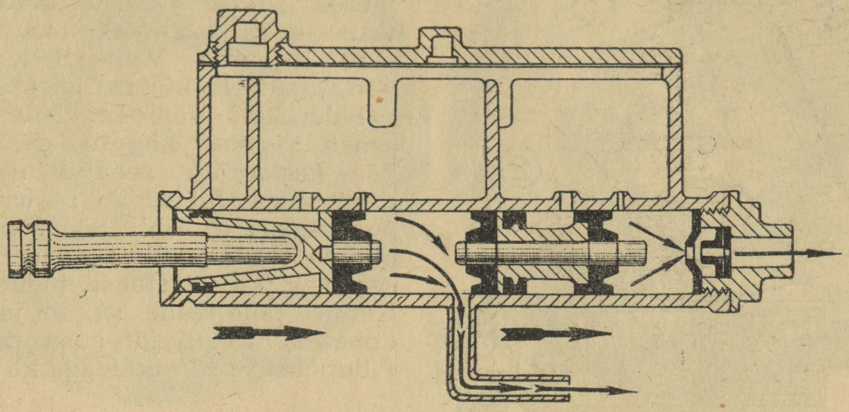


Joon. 586. Kahesilindriline peasilinder silindrite järjestik-asendiga.

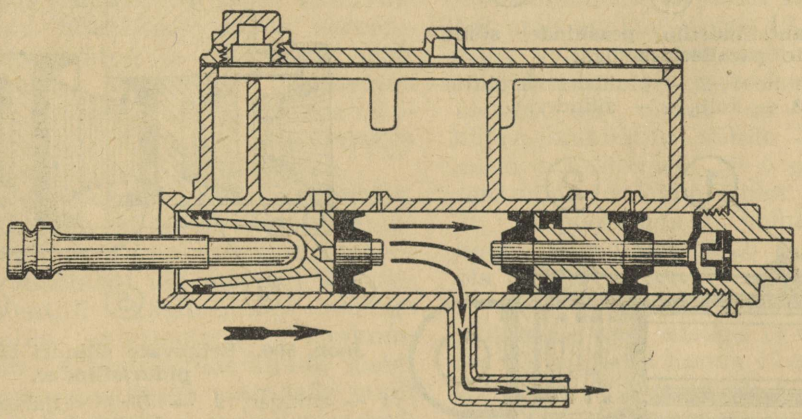
1 — õli tagavara-anum eesrataste piduritele, 2 — õli tagavara-anum tagarataste piduritele, 3 — õli sissevalamise ava kork, 4 — õli tagavara-anuma kest, 5 — õli sissevoolamise ava tagapoolsesse silindrisse, 6 — kompenseeriv ava tagapoolses silindris, 7 — ava õli surumiseks eesrataste piduriteni, 8 — õli sissevoolamise ava eespoolsesse silindrisse, 9 — kompenseeriv ava eespoolses silindris, 10 — eespoolse kolvi vedru, 11 — surveklapp, 12 — kolvivarras, 13 — tihendusrõngas, 14 — tagapoolne kolb, 15 — tagapoolse kolvi manset, 16 — silinder, 17 — tagapoolse kolvi vedru, 18 — eespoolse kolvi tagapoolne manset, 19 — eespoolne kolb, 20 — eespoolse kolvi eespoolne manset, 21 — kolvikäigu piirdetugi, 22 — ava õli surumiseks tagarataste piduriteni.

toimub käsipiduriseadme pidurdamisjõu ülekandmine ikkagi mehaaniliselt.

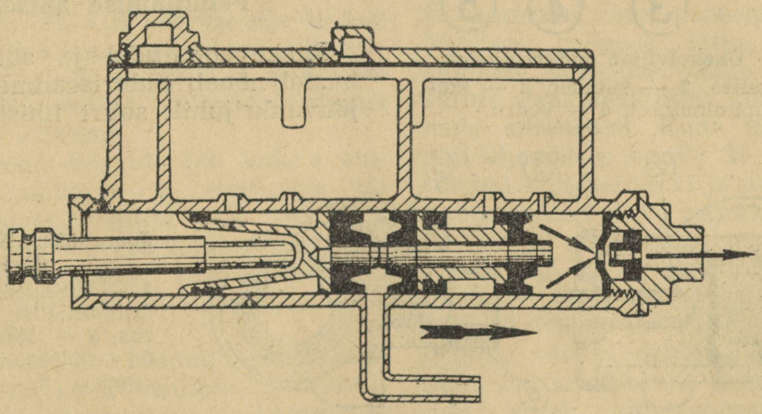
Õlipiduriseadmetes ei tohi kunagi kasutada mineraalõli, sest see mõjub sööbivalt seadme kummist kolvimansetitele, paisutades neid lühikese aja vältel sedavõrd, et need muutuvad töötamiskõlbmatuks, vaid tuleb kasutada nn.



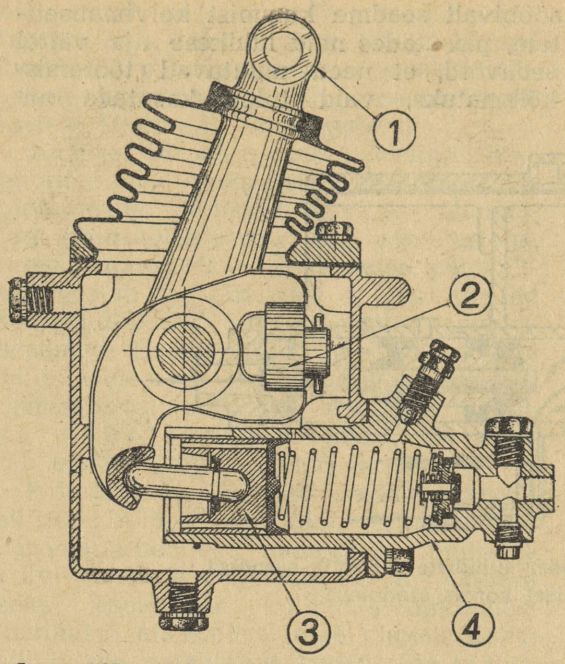
Joon. 586-a. Kahesilindriline peasilinder silindrite järjestik-asendiga.
Kolbide asend pidurdamisel korras seadmega.



Joon. 586-b. Kahesilindriline peasilinder silindrite järjestik-asendiga.
Kolbide asend pidurdamisel eesrataste torustikus oleva vigastuse puhul.

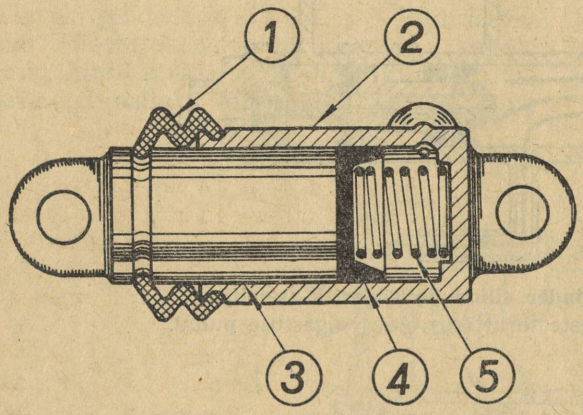


Joon. 586-c. Kahesilindriline peasilinder silindrite järjestik-asendiga.
Kolbide asend pidurdamisel tagarataste torustikus oleva vigastuse puhul.



Joon. 587. Kahesilindriline peasilinder silindrite paralleelasendiga.

1 — peasilindri hoob, 2 — jõuülekande ühtlustaja, 3 — kolb, 4 — silinder.

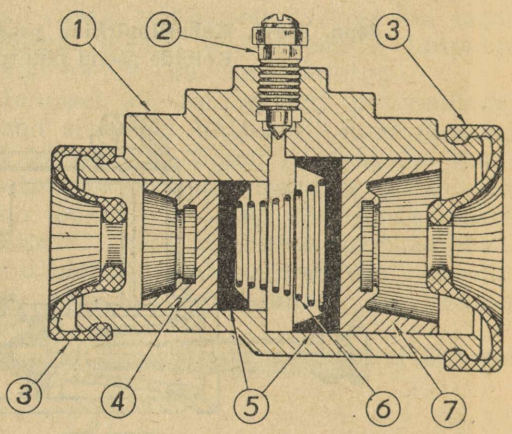


Joon. 588. Ühekolviline pidurisilinder.

1 — kummikaitse, 2 — silinder, 3 — kolb, 4 — kummimanset, 5 — vedru.

piduriõli. Peale omaduse mitte rikkuda piduriseadme kummist osi ja mitte sööbida metallosi, ei tohi piduriõli külmuda või muutuda madala temperatuuri juures sitkeks. Healt piduriõlilt nõutakse, et ta ei kaotaks oma vedelust ka —50°C juures. Vastasel korral lakkavad õlipidurid külma ilmaga töötamast.

Piduriõlina võib kasutada glütseriini, segatult sama koguse etüülpiiritusega, või kastoorõli, segatult sama koguse atsetooniga. Mõlemaid segusid omavahel aga segada ei tohi. Seepärast on väga oluline teada, milline segu on õlipiduriseadmes, kui lisatakse piduriõli juurde. Kui see pole teada, siis on juba otstarbekohasem kogu õli seadmes uuendada. Piduriõlisid saab eraldada ka lõhna järgi.

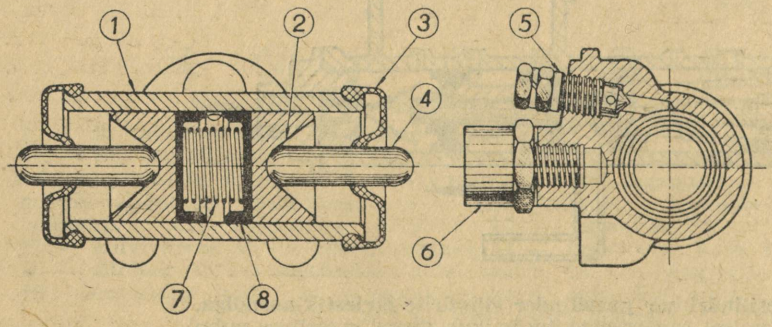


Joon. 590. Erinevate silindri läbimõõtudega pidurisilinder.

1 — silinder, 2 — õhu väljalaskekruvi, 3 — kummikaitse, 4 — kolb, 5 — kummimanset, 6 — vedru.

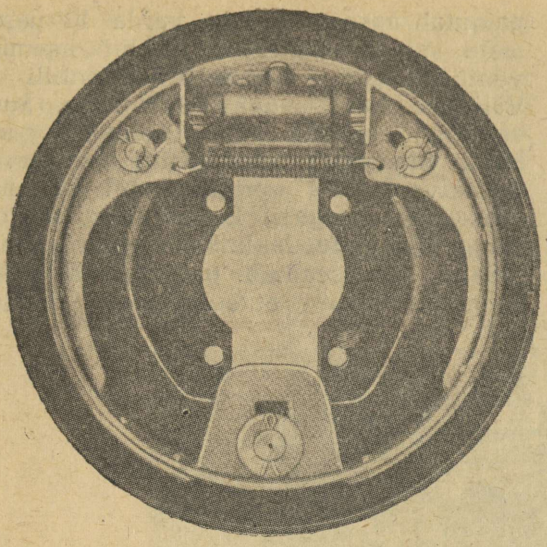
Pidurdamise abiseadmed

Raskeveoautodel ja suurematel autobustel nõuab piduriseadmete käsitsemine jõuvankrijuhilt suurt füüsilist jõudu. Et

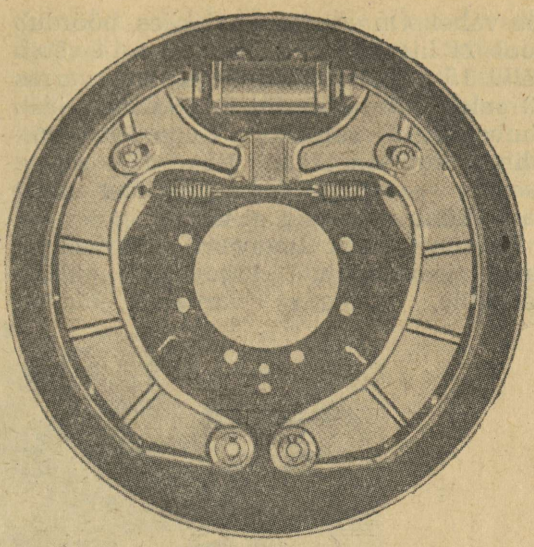


Joon. 589. Kahekolviline pidurisilinder.

1 — silinder, 2 — kolb, 3 — kummikaitse, 4 — tõukevarras, 5 — õhu väljalaskekruvi, 6 — õlivooliku nippel, 7 — vedru, 8 — kummimanset.



Joon. 591. Pidurisilindri asend lintpiduril.



Joon. 592. Pidurisilindri asend klotspiduril.

kaotada auto pidurdusvõimsuse sõltuvust jõuvankrijuhi füüsilisest jõust, varustatakse raskeveoautod ja suuremad autobused, samuti suuremad sõiduautod pidurdamise abiseadmetega, nn. servoseadmetega. Tavaliselt kasutatakse siin abijõuna mootori imemisjõudu.

Servoseade koosneb vaakumsilindrist, milles liigub kolb, ja kahekordsest ventiilist, mille abil saab vaakumsilindrit ühendada kas välisõhuga või mootori imemistoruga. Ventiili käsitsemine teostub piduripedaalile vajutamisega. Vaakumsilindri kolb on hoovastiku kaudu ühenduses pidurihoovastikuga ning selle poolt tekitatav pidurdamisjõud antakse piduriseadmele üle lisaks jõuvankrijuhi poolt piduripedaali kaudu avaldatavale pidurdamisjõule. Selline paigutus on oluline selles mõttes, et kui servoseade lakkab tegevusest mõne rikke tõttu, siis pidurdamine jõuvankrijuhi jalasurvel siiski on veel võimalik, kuigi pidurdusvõimsus on siis palju väiksem.

Servoseadmed kasutatakse kokku ehitatud vaakumsilindri ja ventiiliga või eraldi. Viimasel juhul on võimalik mõlema seadme otstarbekam ärapaigutamine. Servoseadmeid kasutatakse nii mehaaniliste kui ka õlipiduritega varustatud autodel.

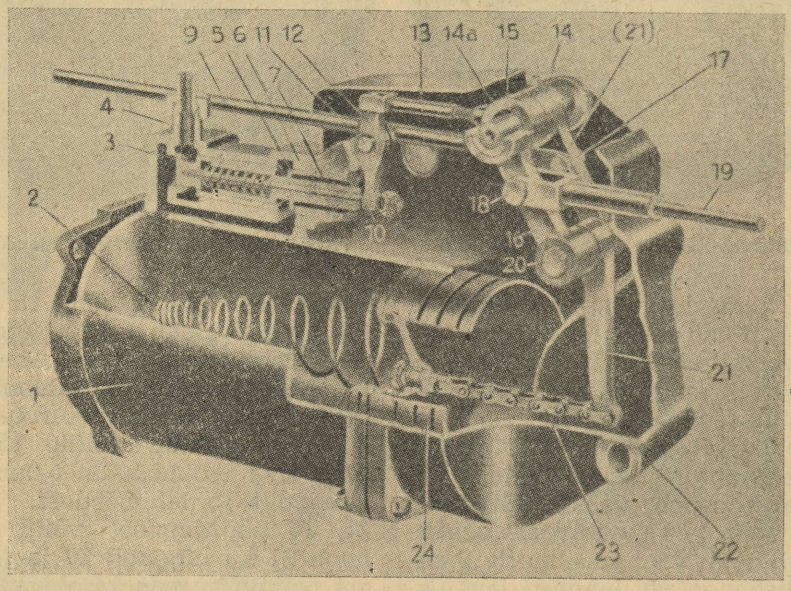
Joonisel 593 on toodud servoseade kokku ehitatud vaakumsilindri ja ventiiliga, mis on kasutatav mehaanilistel piduritel.

Piduripedaalile vajutades pöördub kaksikhoob 21, 16 võllil 15 varda 9 tõmbel ning avaldab varda 19 kaudu mehaanilist mõju piduriseadmele — sealjuures toimub auto nõrk pidurdamine. Hoova 21 ülemine ots toetub servoseadme kere külge kinnitatud võllile 15 aasaga 14, mille ava läbimõõt on 6 mm võrra suurem võlli 15 läbimõõdust. Kaksikhoova 21, 16 pöördumisel võllil 15 pöördub hoob 21 ka liigendil 20 ja tema ülemine ots paikub aasas 14 oleva lõtku võrra (6 mm) vasakule. Sellesama vasakule paikumise saab aasaga 14 ühendatud varras 13, sulgedes hoova 12 abil, mis toetub šarniirile 11, õhuventiili 5. Sellega katkeb välisõhu pääs vaakumsilindrisse ja avaneb ventiil 3, mis ühendab vaakumsilindri mootori imemistoruga. Selles ventiilide asendis jääb aas 14 vastu võlli 15 surutuks oma parempoolse servaga. Mootori imemise tõttu tekib vaakumsilindris hõrendus, mille tõttu välisõhk surub vaakumsilindri kolvi 24 sügavamale silindrisse. Kuna kolb on keti 23 abil ühenduses hoova 21 alumise otsaga, tõmbab kolb hoova 21 ja sellega liigendi 20 kaudu seoses oleva kaksikhoova 16 kaudu varrast 19 edasi, suurendades seega jõuvankrijuhi poolt avaldatud pidurdamisjõudu — pidurdusvõime suureneb. Kui jõuvankrijuht piduripedaali asendit ei muuda, siis tugevneb pidurdamine seni, kuni on saavutatud tasakaal jõuvankrijuhi poolt piduripedaalile avaldatud survejõu ja mootori imemisel vaakumsilindri kolvi poolt tekitatud pidurdamis-

jõu vahel. On see tasakaal käes, pöördub hoob 21 liigendil 20 ja tema aas 14 võtab võllil 15 keskasendi, millega ühes varras 13 suleb imemisventiili 3. Samuti jääb õhuventiil 5 suletuks. Kuna vaakumsilindri kolb on täiesti tihe, jääb selles asendis saavutatud pidurdusvõime püsivaks, kuni see asend ei muutu.

Kui on vajalik tugevam pidurdamine, surub jõuvankrijuht tugevamalt piduripedaalile, avaldades varda 9 tõmbel paigutab aasa 14 kaudu varda 13 paremale, sulgedes hoova 12 abil imemisventiili 3 ja avades õhuventiili 5. Välisõhk pääseb vaakumsilindrisse. Survete ühtlustumise tõttu mõlemal pool kolbi võimaldub vaakumsilindris oleval spiraalvedrul 2 suruda kolvi 24 oma algasendisse tagasi; kuna pidurdamisjõu üleandmist pole, lakkab ka pidurdamine.

Selle servoseadme paremuseks võiks nimetada asjaolu, et selle poolt arenda-



Joon. 593. Piduriseadme servoseade.

1 — vaakumsilinder, 2 — kolvi tagasitõukevedru, 3 — imemisventiil, 4 — imemistoru, 5 — õhuventiil, 6 — ventiili kest, 7 — ventiili varras, 9 — piduripedaali varras, 10 — ventiili hoob, 11 — ventiili hoova tugi, 12 — ventiili hoob, 13 — sidestusvarras, 14 — kaksikhoova aas, 14 a — sidestusvarda aas, 15 — kaksikhoova tugivõll, 16 — pidurite varda hoob, 17 — piduripedaali varda sidestuspolt, 18 — pidurivarda sidestuspolt, 19 — pidurite varras, 20 — hoobade ühendusliigend, 21 — vaakumsilindri kolvi hoob, 22 — kolvi tõmbeketi sidestuspolt, 23 — kolvi tõmbekett, 24 — kolb.

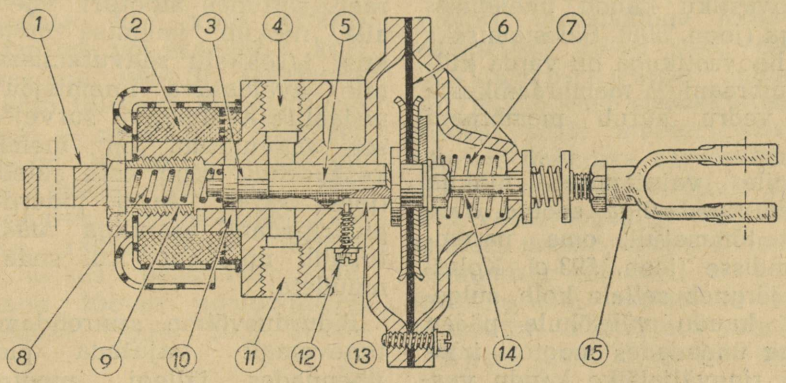
mehaaniliselt kaksikhoova 21, 16 ja varda 19 kaudu tugevamat pidurdamisjõudu piduriseadmele. Aas 14, 14 *a*, toetudes jällegi võlli 15 paremale poolele, lükkab varda 13 vasakule, avades hoova 12 abil imemisventiili 3. Vaakumsilindris suureneb hõrendus, mille tõttu vaakumsilindri kolb avaldab tugevamat pidurdamisjõudu piduriseadmele, kuni jällegi on saavutatud tasakaal jalavajutamisjõu ja vaakumsilindri kolvi poolt arendatava pidurdamisjõu vahel.

Kui jõuvankrijuht jala piduripedaalilt vabastab, pöördub kaksikhoob 21, 16 piduriseadme vedrude tõmbel oma algasendisse tagasi. Ühes sellega pöördub hoob 21 liigendil 20 kellaosuti suunas ja tav pidurdamisjõud on sõltuvuses jõuvankrijuhi poolt jalavajutamisega piduripedaalile tekitatavast pidurdamisjõust. Seega jõuvankrijuht tunneb ja saab vajalikul määral muuta piduriseadme pidurdusvõimet. Samuti võiks selle servoseadme paremuseks lugeda asjaolu, et piduripedaali asendiga määratud pidurdusvõime hoidub püsivana seni, kuni piduripedaali asendit ei muudeta. See annab jõuvankrijuhile selle servoseadmega täiendatud pidurite käsitsemisel sama kindla tunde, nagu ainult tavaliste piduritega autoga sõites.

Sellise servoseadmega on varustatud näiteks veoauto Jag-6.

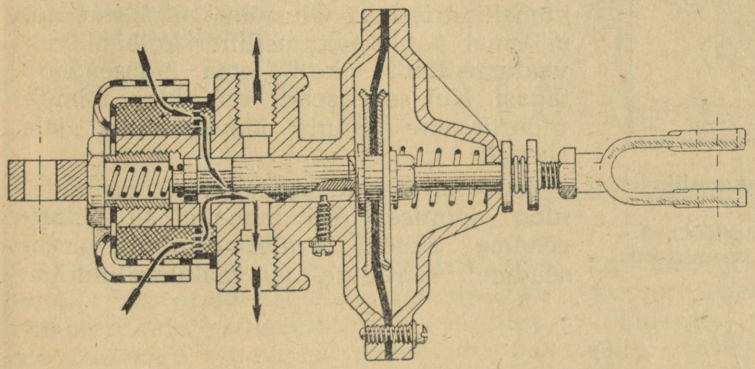
Pidurdamise servoseadmed, kus vaa-

kumsilinder ja ventiil asetsevad autol lahus, töötavad samal põhimõttel, kuigi erineva konstruktsiooniga. Joonisel 593-*a* on toodud servoseadme eraldi-asetatav ventiil. See koosneb ühes otsas olevast membraanist, keskosas asetsevast väiksest kolvist ja teises otsas asetsevast õhufiltrist. Keskosa kujutab endast väikest silindrit, mis on ühelt poolt ühenduses toru kaudu mootori imemistoruga ja teiselt poolt vaakumsilindriga. Silinder ise ulatub membraanist kuni õhufiltrini ning on õhufiltripoolsest otsast kaetud väljastpoolt mutriga kinnitatava korgiga. Mutri küljes on aas, millega ventiil kinnitatakse kas auto ristraamile või käigukasti külge. Silindris asetsev terasest kolb ulatub ühe otsaga vastu membraani, teise otsaga õhufiltrini. Silindri õhufiltripoolses otsas olev vedru surub kolvi

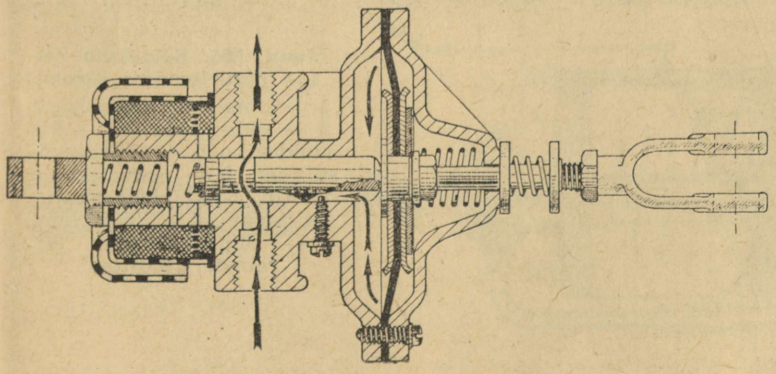


Joon. 593-a. Eraldi-asetatav servoseadme ventiil.

1 — aas ventiili kinnitamiseks autoraami külge, 2 — õhufilter, 3 — ringväljalõige, 4 — ava ühendamiseks mootori imemistoruga, 5 — ventiili kolb, 6 — membraan, 7 — membraanivedru, 8 — kolvivedru, 9 — õhufiltri kinnituskruvi, 10 — õhu sissepääsu pilud, 11 — ava ühendamiseks vaakumsilindriga, 12 — kolvi pööramise piirdekruvi, 13 — kolvi väljalõige, 14 — membraani varras, 15 — hark sidestamiseks hoovaga, millele on kinnitatud kompensaatori ja piduripedaali vardad.



Joon. 593-b. Eraldi-asetatav servoseadme ventiil. Pidurdamise lõpetamise asendis.



Joon. 593-c. Eraldi-asetatav servoseadme ventiil. Pidurdamise asendis.

vastu membraani. Kolvi õhufiltripoolses otsas on ringväljalõige, mille kaudu silinder on silindriseinas radiaalselt olevate avadega ühenduses õhufiltriga. Kogu pikkuses on kolvis väljalõige. Silindri seina keeratud kruvi, mille ots ulatub kolvi pikiväljalõikesse, väldib kolvi pööramist.

Membraani külge kinnitatud varras, mille ots ulatub membraani kestast välja, on hoovastiku kaudu ühenduses piduripedaaliga (joon. 595). Sidestamiseks piduripedaali hoovastikuga on varda küljes hark. Membraani ja membraanikesta vahel olev vedru surub membraani vasakule.

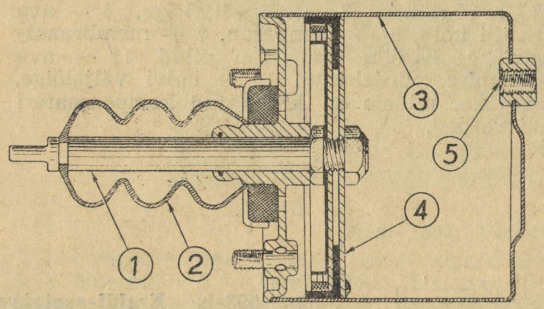
Piduripedaalile vajutamisel nihkub membraan, piduripedaaliga seotud hoovastiku poolt tõmmatult, oma parempoolsesse asendisse (joon. 593-*c*). Kolvivedru survel järgneb sellele kolb, sulgedes õhufiltri kaudu välisõhule pääsu silindrisse ning ühendades mootori imemistoru kolvi ringväljalõike kaudu vaakumsilindriga ja piki kolbi asuva väljalõike kaudu membraanitaguse ruumiga.

Vaakumsilindris mootori imemisel tekkiva hõrenduse tõttu nihkub vaakumsilindri kolb välisõhu rõhu mõjul sissepoole ning tõmbab kolvi külge kinnitatud varda abil, mis on ühenduses piduri-hoovastikuga, lisaks jalavajutuse pidurdamisjõule, piduriklotsid veel tugevamalt vastu piduritrumlit. Ventiili membraan, sattudes mootori imemisjõu mõju alla, nihkub imemise mõjul vasakule, kuni tasakaalu saavutamiseni membraanile avaldatava imemisjõu ja piduripedaalile avaldatava survejõu vahel. On see saavutatud, on membraan oma keskasendis ning kolb suleb imemisava (joon. 593-*a*). Auto pidurdamine selle piduripedaali asendiga määratud jõuga toimub nii kaua, kui seda asendit ei muudeta.

Pidurdusvõime suurendamiseks tuleb tugevamalt vajutada piduripedaalile, ühendades jällegi mootori imemise vaakumsilindriga. Seejuures kordub siinkirjeldatud käik.

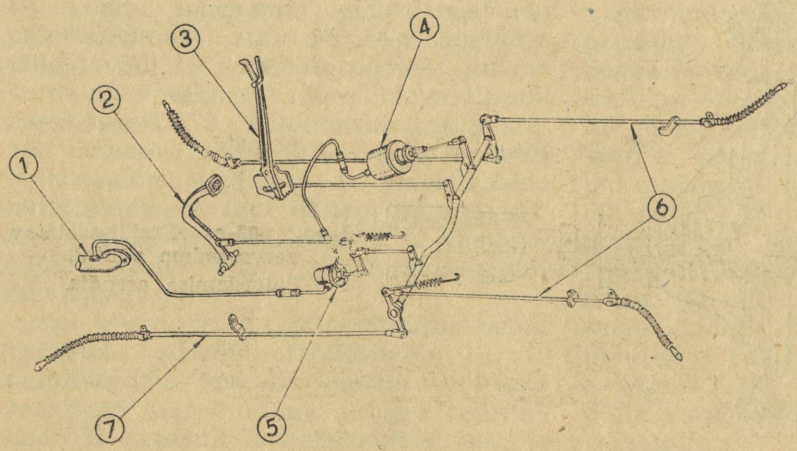
Piduripedaali vabastamisel nihkub membraan ja kolb oma äärmisesse vasakpoolsesse asendisse (joon. 593-*b*), võimaldades välisõhule pääsu läbi õhufiltri vaakumsilindrisse. Õhurõhu ühtlustamisel mõlemal pool vaakumsilindri kolbi nihkub vaakumsilindri kolb oma algasendisse tagasi. Kui servoseade on rikkis, toimub pidurdamine ainult jõuvankrijuhi jala survel.

Joonisel 594 on toodud vaakumsilindri ning joonisel 595 mehaanilise piduriseadme skeem eraldi-asetatud servoseadme ventiiliga ja vaakumsilindriga.



Joon. 594. Piduri servoseade vaakumsilinder Zis-101.

1 — kolvivarras, 2 — kummikaitselõõts, 3 — vaakumsilinder, 4 — kolb, 5 — imemistoru kinnitusnippel.



Joon. 595. Sõiduauto Zis-101 piduriseadme skeem.

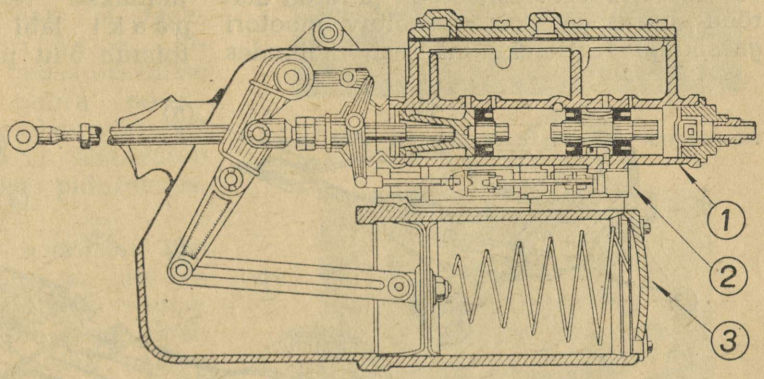
1 — mootori imemistoru, 2 — piduripedaal, 3 — käsipidurihoob, 4 — vaakumsilinder, 5 — servoseadme ventiil, 6 — pidurihoovastik tagarataste piduriteni, 7 — pidurihoovastik esirataste piduriteni.

Sellist seadet kasutatakse sõiduautol Zis-101.

Servoseadmeid kasutatakse ka autodel, mis on varustatud õlipiduritega. Need servoseadmed vastavad töötamise põhimõttelt eespool kirjeldatud mehaaniliste pidurite servoseadmetele, erinevus seisab ainult selles, et vaakumsilindri pidurdamisjõud antakse üle piduriseadme peasilindrile.

Õlipidurite servoseadmete vaakumsilinder ehitatakse kas koos piduriseadme peasilindriga või eraldatult, kusjuures servoseadme ventiili tegevusse rakendumine võib toimuda mehaaniliselt või hüdrauliliselt — peasilindri õlisurvel.

Joonisel 596 on toodud servoseadme vaakumsilinder kokku ehitatud peasilindriga, kusjuures servoseadme ventiili tegevusse rakendumine toimub mehaaniliselt seoses peasilindri kolvi asendiga. Seade töötab analoogiliselt eespool kirjeldatud (joon. 593) servoseadmega.

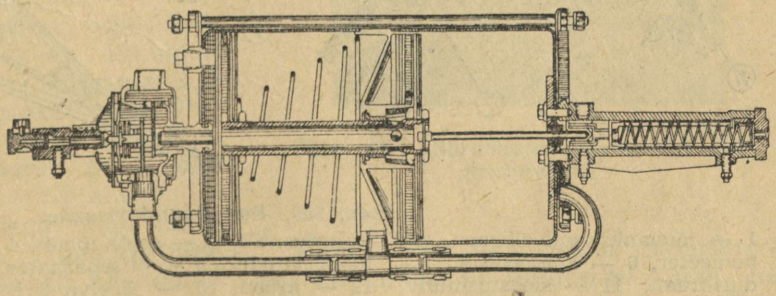


Joon. 596. Õlipiduriseadme piduri servoseade kokku ehitatud peasilindriga.

1 — peasilinder, 2 — ventiil, 3 — vaakumsilinder.

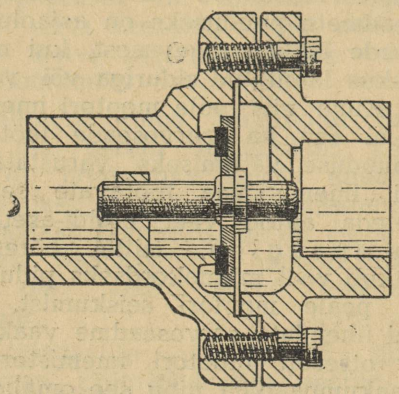
Joonisel 597 on toodud piduriseadme peasilindrist eraldi-asetatav servoseadme vaakumsilinder külgeehitatud ventiiliga, mis rakendub tegevusse peasilindri õlisurve mõjul. Seega on võimalik vaakumsilindrit paigutada sobivamale kohale, sõltumatult peasilindri asendist, sest peasilinder on ühendatud vaid õlitoruga vaakumsilindri küljes oleva ventiiliga.

Mootori imemisjõu mõjul töötavate servoseadmete puuduseks on asjaolu, et servoseade lakkab tegevusest, kui mootor seiskus lahutatud siduriga või vabakäigul. Kuna siis pole mootori imemisjõudu, ei saa ka servoseade töötada. Selle puuduse vältimiseks varustatakse mootori imemisjõuga töötavate servoseadmetega autod veel eraldi-asetatud vaakumpaagiga, mille hõrendusest jätkub veel mitmekordseks pidurdamiseks peale mootori seiskumist. Sel juhul ei ühendata servoseadme vaakumsilinder otseselt mootori imemistoruga, vaid vaakumpaagiga ning see omakorda mootori imemistoruga. Et mootori järsul seiskumisel välisõhk ei saaks tungida vaakumpaaki, asetatakse vaakumpaagi ja mootori imemistoru vahele kaitseklapp (joon. 598), mis sulgub niipea, kui mootor seiskus või kui hõrendus mootori imemistorus väheneb alla vaakumpaagis oleva hõrenduse. Seega ei sõltu servoseadme poolt arendatav pidurdamisjõud mootori hetkelisest hõ-



Joon. 597. Piduri servoseadme vaakumsilinder külgeehitatud ventiiliga.

rendusest imemistorus, mis teatavasti on gaasiklapi täielikul lahtiolekul mootori täisvõimsuse arendamiseks väiksem kui gaasiklapi osalisel lahtiolekul.



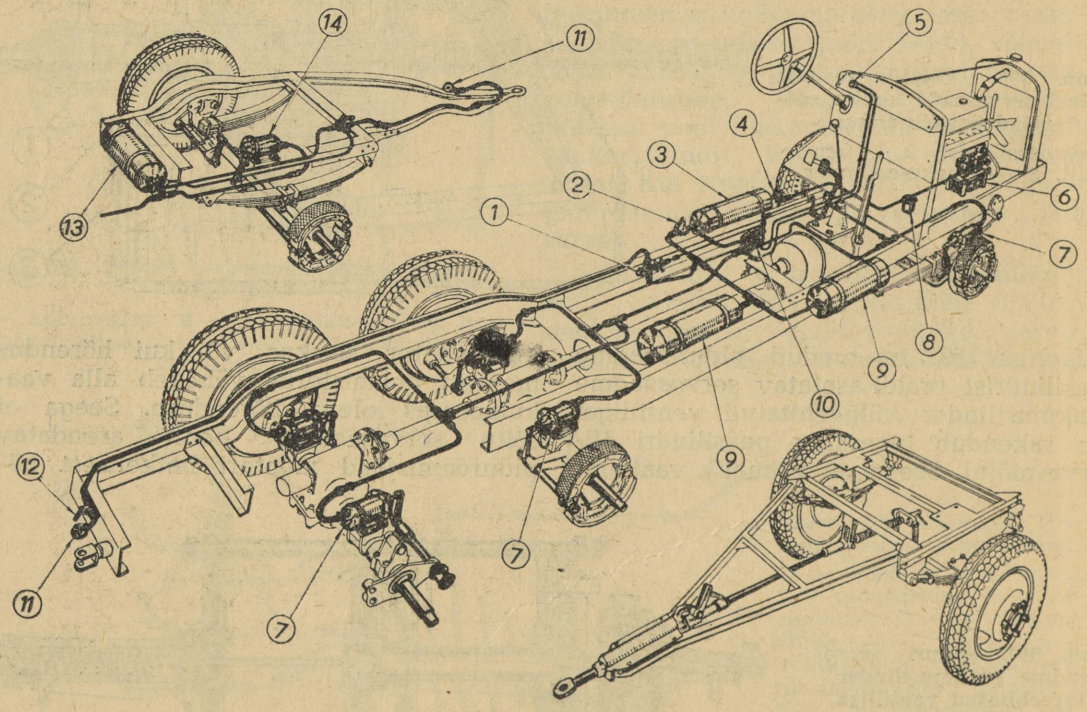
Joon. 598. Piduriseadme imemistoru kaitseklapp.

Suruõhupidurid

Mootori imemisjõul töötavate servoseadmete pidurdamisjõud on piiratud alarõhu suurusega ning on sõltuv mootori gaasiklapi lahtioleku määrast, kõikudes 0,3 at kuni 0,7 at piirides. Suurte raskeveoautode ja autobuste pidurdamiseks ei piisa sageli sellise servoseadme pidurdamisjõust, ning sel puhul võetakse kasutamisele suruõhupidurid, mis töötavad kuni 5 at ülerõhuga, arendades palju tugevamat pidurdamisjõudu.

Samuti tingib diiselmootorite kasutamisele võtmine autodel mootori imemisjõul töötavate servoseadmete asendamist suruõhupiduritega, sest diiselmootori imemistorus ei teki kuigi suurt hõrendust, kuna siin puudub täielikult karburaator oma gaasiklapiga, mille lahtioleku määrast on tingitud mootori imemistoru hõrendus. Diiselmootori imemistorus olev väike hõrendus pole aga küllaldane vajaliku pidurdamisjõu saamiseks.

Suruõhupiduriseade (joon. 599) töötab suruõhu abil, mida annab õhukompressor. Kompressor saab liikumise mootorilt. Kompressorist väljuv suruõhk, tavaliselt 4,5 kuni 5,0 at rõhu all, juhitakse terastoru kaudu eelõhupaaki läbi õliseparaatori, kus toimub õhu poolt kompressorist kaasa-



Joon. 599. Suruõhupiduriseade.

1 — jõuvankri pidurikraan, 2 — kaitseventiil, 3 — eelõhupaak, 4 — rõhu regulaator, 5 — manomeeter, 6 — kompressor, 7 — pidurisilinder, 8 — õliseparaator, 9 — suruõhupaak, 10 — pidurikraan, 11 — sidestusmuhv, 12 — kraan, 13 — järelvankri suruõhupaak, 14 — järelvankri pidurisilinder. All paremal — järelvanker pealejooksupiduriga.

võetud õlipiiskade eraldamine õhust. Eelõhupaagist valgub suruõhk edasi suruõhupaaki alles siis, kui rõhk on eelõhupaagis saavutanud pidurdamiseks vajaliku määra. See võimaldab kohest pidurdamist, kui auto mootor käivitati. Suruõhupaake võib olla kas üks või kaks. Suruõhu tagasivoolamist takistab, kui kompressor lakkab töötamast või selle surve langeb, tagasivoolu-tõkkeklapp. Seade on varustatud kaitseventiiliga, mis võib asetseda kas suruõhupaagil või suruõhupaaki suunduval torul. Kaitseventiil hoolitseb selle eest, et õhurõhk suruõhupaagis ei tõuseks üle lubatava määra. Automaatregulaator lülib kompressori töötamisest välja, kui õhurõhk suruõhupaagis on jõudnud oma maksimaalse piirini, ja lülib kompressori automaatselt tööle, kui õhurõhk alaneb alla ettenähtud määra.

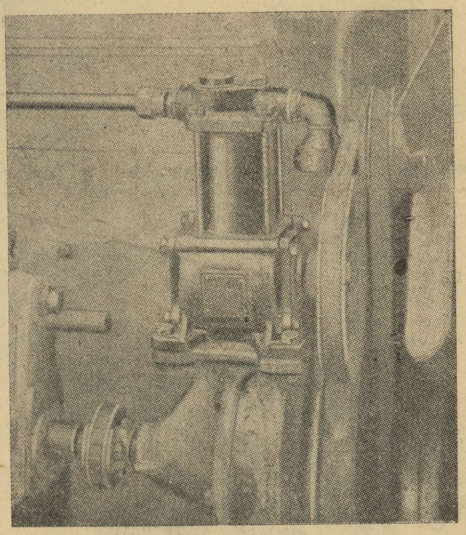
Suruõhupaagist juhitakse suruõhk toru kaudu piduripedaaliga seoses oleva pidurikraanini. Pidurikraani avamisel, mis toimub piduripedaalile vajutamisel, pääseb suruõhk ees- ja tagarataste pidurisilindritesse. Pidurisilindris oleva kolvi edasiliikumise mõjul, toimub piduri pööra pööramine piduriklotside laialisurumiseks. Selleks on pidurisilindri kolb ühendatud ratta pidurikettal asetseva pidurdamishoovaga.

Suruõhupaagist viiakse tavaliselt üks toru haru autoraami tagaotsa ja see lõpeb sidestamismuhviga. Siit on võimalik ühendada autole tagahaagitava järelvankri piduriseade, mis töötab samuti suruõhul, auto suruõhupaagiga. Järelvankri pidurikraan ühendatakse järjestikku auto piduripedaaliga ühenduses oleva pidurikraaniga.

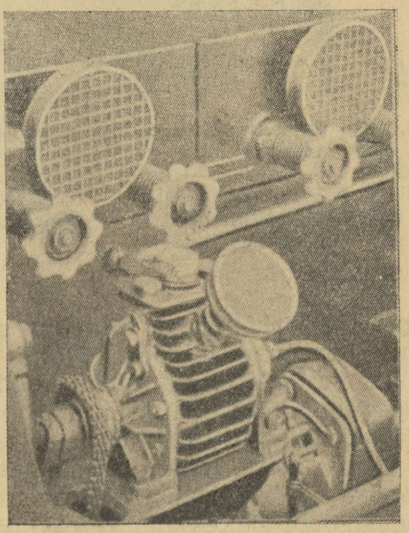
Suruõhupaagis oleva õhurõhu jälgimiseks asetatakse juhiruumi armatuurlauale manomeeter ja ühendatakse see suruõhupaaki suunduva toruga.

Joonisel 600 on toodud ühesilindriline kompressor, mis saab liikumise mootorilt kiilrihma kaudu. Kasutatakse ka kahesilindrilisi kompressoreid. Õhk, mis imetakse kompressorisse, läbib õhufiltri. Joonisel 601 on toodud pöörlevate rootoritega kompressor. Tavaliselt on kompressorid õhkjahutusega, kuid kasutatakse ka vesijahutust. Viimasel juhul on kompressori jahutusseade ühendatud mootori jahutusseadmega.

Suruõhupaak valmistatakse terasplekist. Selle mahutavus peab võimaldama vähemalt 5—6 pidurdamist ilma vahepealse juurdepumpamiseta. Tavaliselt ei tehta mitte üks suur paak, vaid kaks väiksemat. Paagi alumises osas on ette nähtud kraan tekkiva kondensvee väljalaskmiseks. Paagid tehakse silindrilistena ja kinnitatakse autoraami külge.



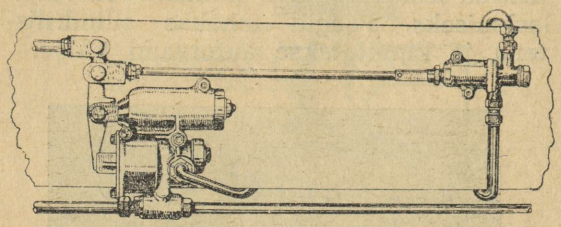
Joon. 600. Suruõhupiduriseadme kompressor.



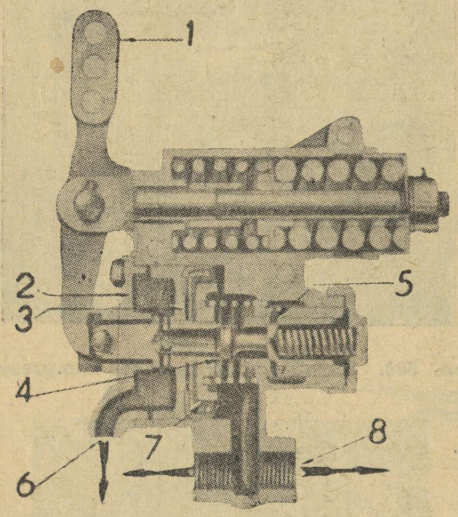
Joon. 601. Suruõhupiduriseadme rootorkompressor.

Joonisel 602 on toodud pidurikraan, mis on kinnitatud autoraami külge. Joonisel 603 on toodud sama kraan lõikes.

Pidurisilinder kujutab enesest tavalist terasplekist silindrit, milles liigub suruõhu mõjul kolb. Mõnedes suruõhupiduriseadmetes kasutatakse ka terasplekk-kestas olevat kummist membraani (joon. 604), mille varras on otseselt seo-



Joon. 602. Suruõhupiduriseadme pidurikraan.



Joon. 603. Suruõhupiduriseadme pidurikraan.
1 — hoob sidestamiseks varda abil piduripedaaliga, 2 — kaas, 3 — kolb, 4 — väljalaskeventiil, 5 — sisselaskeventiil, 6 — välisõhuava, 7 — kolvi tihendusmanset, 8 — suruõhu pääs pidurisilindrisse.

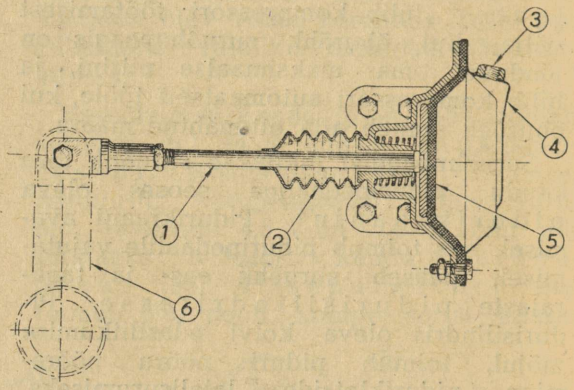
tud pidurdamishoovaga. Suruõhu survel nihkub kummist membraan edasi ja pöörab oma varda abil pidurdamishooba.

Tagasivoolu-tõkkeklapp kujutab endast tavalist kuulklappi (joon. 605), mis laseb õhku läbi voolata vaid ühes suunas.

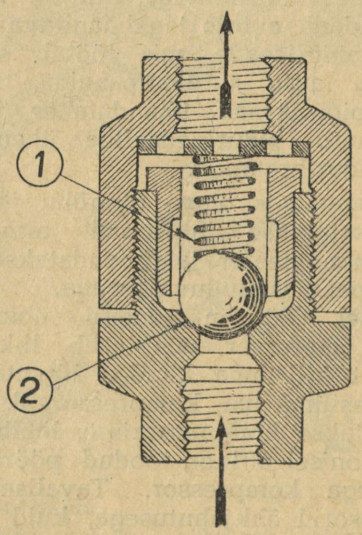
Joonisel 606 on toodud kaitseventiiliga ja tagasivoolu-tõkkeklapiga kokkuehitatud automaatregulaator, mis juhib kompressori poolt kokkusurutud õhu välisõhku, kui rõhk suruõhupaagis on saavutanud töötamiseks vajaliku maksimaalse suuruse (5,0 at), ja ühendab kompressori jälle suruõhupaagiga, kui rõhk paagis on alanenud alla pidurdamiseks vajaliku määra (4,5 at). Kuna siin on kaitseventiil ja tagasivoolu-tõkkeklapp samuti sisse ehitatud, siis kasutades sellist automaatregulaatorit pole neid eraldi vaja.

Mõnedes kompressorites on automaatregulaator ehitatud otseselt kompressori kaane sisse.

Suruõhupiduriseade võimaldab samuti kui mootori imemisjõul töötav piduriseade püsivat pidurdusvõimet igas piduripedaali asendis ja pidurdusvõime sõltuvust piduripedaalile vajutamise tugevusest, mis annab jõuvankrijuhile tunda pidurdamise määrast.

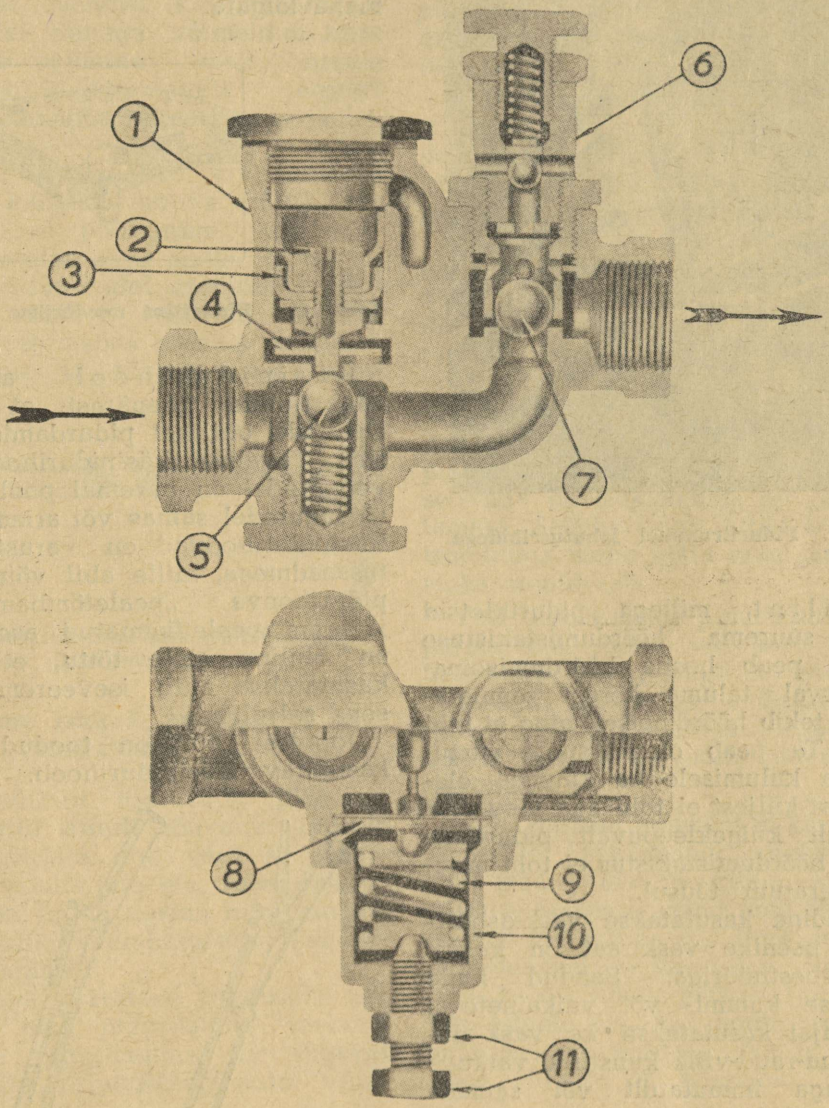


Joon. 604. Suruõhupiduriseadme kummist membraaniga pidurisilinder.
1 — pidurdamisvarras, 2 — kummist kaitselõõts, 3 — suruõhutoru kinnitusnippel, 4 — terasplekk-kest, 5 — kummimembraan, 6 — pidurdamishoob.



Joon. 605. Suruõhupiduriseadme tagasivoolu-tõkkekuulklapp.
1 — klapivedru, 2 — kuulklapp.

Suruõhupiduritega varustatud järelvankrid pidurduvad ka siis, kui järelvanker eraldus auto küljest. Selleks on järelvanker varustatud oma suruõhupaagiga ja pidurisilindritega (joon. 599). kuna need peavad olema vastupidavad mehaanilistele survetele, kulumisele ja temperatuuri muudatustele. Hõõrdepind peab olema täieliku sileduseni lihvitud. Pidurdava jõu suurus sõltub tarvitatava



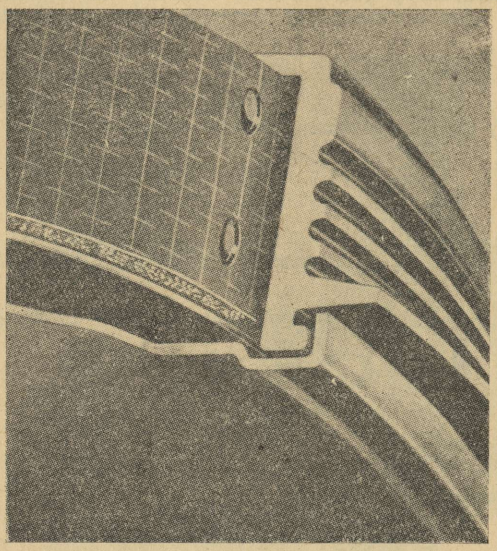
Joon. 606. Suruõhupiduriseadme automaatregulaator.

1 — surveregulaator, 2 — kolb, 3 — kolvimanset, 4 — õhu väljapääsuava, 5 — tühikäiguventiil, 6 — kaitseventiil, 7 — tagasivoolu-tõkkeklapp, 8 — membraan, 9 — membraani vedru, 10 — vedrukest, 11 — vedru pinevuse reguleerimiskruvi.

Piduriseadme üksikosad

P i d u r i t r u m l i d valmistatakse väiksematel sõiduautodel pressitult terasplekist, suuremalt osalt aga terasvalamina, pidurilindi materjalist. Tugevdamiseks ja kiirel sõidul pidurdades tekkiva soojuse paremaks ärajuhtimiseks tehakse piduritrumlid sageli väljastpoolt ribilistena (joon. 607).

Piduriklotsid tehakse väiksematel autodel pressitud ja kokkukeevitatud terasplekist, suurematel autodel peamiselt kergemetallist.



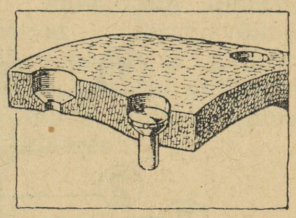
Joon. 607. Piduritrummel jahutusribidega.

Pidurilint, millega piduriklotsid kaetakse suurema hõõrdumistakistuse saamiseks, peab heade hõõrdumisomaduste kõrval taluma kõrget temperatuuri, mis tekib hõõrdumisel, ning ei tohi söestuda. Ta peab olema suure vastupidavusega kulumisele ka kuumas olekus. Teisest küljest ei tohi aga pidurilint liiga järsult külgekleepuvalt pidurdada ning selle hõõrdumistakistus ei tohi muutuda temperatuuri tõusul.

Pidurilindina kasutatakse vask-asbestkude, kus peenike vasktraat on kokku koetud asbestnööriga. Saadud kude immutatakse kummi- või vaikainetega. Viimasel ajal kasutatakse ka vask-alumiinium-tina-raud-villa kunstlike vaikude ja kummiga immutatult või samade metallide pulbrit sideainega segatult.

Pidurilinti toodetakse mitmesuguses paksuses ja laiuses lindina, millest saab vajaliku pikkusega tükid ära lõigata, või autotüübi piduritrumlile sobiva kumerusega valmistükkidena, milles on isegi piduriklotsi külge neetimiseks augud ette nähtud. Viimased on tavaliselt paindumatust kõvast massist.

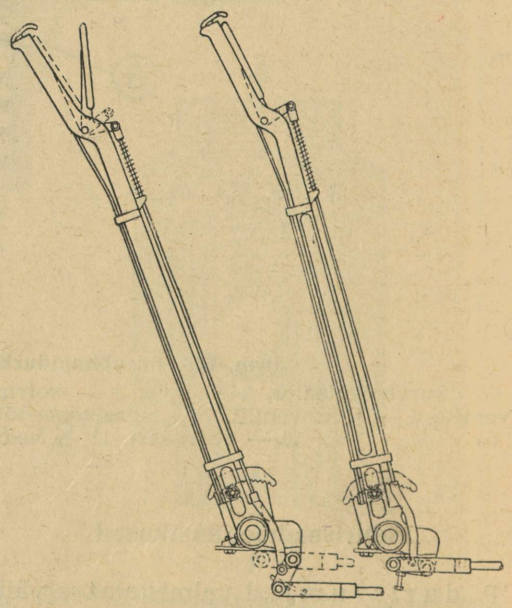
Pidurilintide piduriklotside külge neetimine toimub alumiinium- või vaskneetidega, sageli õõnesneetidega, kusjuures needi pead peavad jääma allapoole pidurilindi pinda (joon. 608). Neetimist teostatakse piduriklotsi keskelt otste poole. Peale lindi pealeneetimist tuleb see vastavalt piduritrumli läbimõõdule üle lihvida. Otsad ja nurgad viltuselt maha lõigata.



Joon. 608. Pidurilint needitakse sügavpeadega.

Käsipidurihoob asetseb jõuvankrijuhile käepärast, et seda saaks kasutada ohtlikel pidurdamistel abipidurina. Tavaline käsipidurihoova asukoht veoautodel on paremal pool käigukangi, sõiduautodel samas või armatuurlaua all. Käsipidurihoovad on varustatud lukustusseadmega, mille abil võimaldub käsipidurihoova „pealetõmbamisel" selle jäämine pealetõmmatud asendisse. See on oluline selle tõttu, et käsipidurit kasutatakse auto iseveeremise vältimiseks seisul.

Joonisel 609 on toodud veoautodel kasutatav käsipidurihoob. See erineb

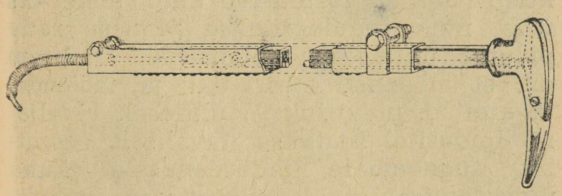


Joon. 609. Käsipidurihoob muutuva ülekandega.

tavalisest käsipidurihoovast selle poolest, et omab muutuvat ülekandehooba. Pidurdamiseks käsipidurihooba peale tõmmates surutakse ühtlasi käepideme kõrval asetsevat väikest pidet käepideme juurde. Selle tõttu nihkub piduri-varras eemalt asendist käsipidurihoova toele ligemale. Sellega võimaldub kiire piduriklotside viimine kokkupuutesse piduritrumliga ning sellele järgnev tugeva pidurdamisjõu rakendamine pidurdamiseks.

Joonisel 610 on toodud armatuurlaua all asetseva käsipidurihoova ehitus. Siin ei toimu hoova pööramine, vaid käepideme tõmbamine enda poole.

Mõnedel sõiduautodel asetatakse käsipidurihoob mõlema eesistme vahele, kus see asetseb vabas asendis paralleelselt põrandale ja töötab hoova ülestõmbel.



Joon. 610. Armatuurlaua alla asetatav käsipidurihoob.

Piduriseadme rikked, hooldamine ja korrashoid

Kuna korralikult töötavaist pidureist ei sõltu mitte ainult jõuvankrijuhi ja autos kaasasõitjate elu, vaid ka kaasliiklejate ja jalakäijate elu, tuleb piduriseade alaliselt hoida korras ning korrasoleku üle jõuda veendumusele igakordsel teele asumisel.

Piduriseadme korratuse tunnuseks on: ülemääraselt pikk pidurdamise teekond või aeglane pidurdamine ka tugeval piduripedaalile vajutamisel, auto viitamine pidurdamisel, piduripedaali vabakäigu puudumine ja piduripedaali toetumine vastu juhiruumi põrandat.

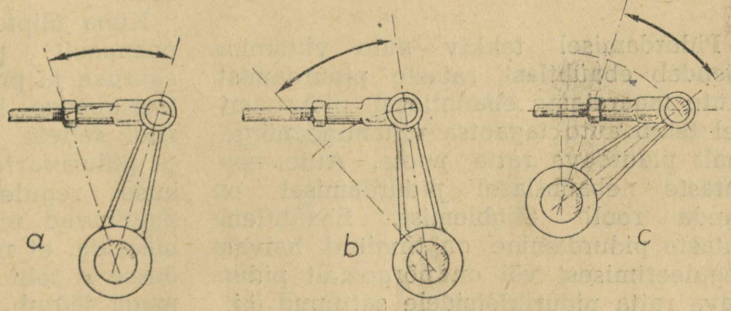
Nõrk pidurdumine on tingitud pidurilintide liigsest kulumisest, õli või vee sattumisest piduriklotsidele, mehaanilistel piduritel — pidurihoobade valest asendist, õlipiduritel — vähesest õlist või õhu olemasolust piduriseadmes.

Kui pidurilindid on niivõrd kulunud, et järelereguleerimine ei aita, või needi pead satuvad juba vastu piduritrumlit, tuleb pidurilindid uuendada, et vältida piduritrumlite kriimustumist. See oht väheneb, kui pidurilint needitakse piduriklotsile kas vasest või alumiiniumist neediga. Pole soovitav uuendada ainult ühe ratta pidurilindid, vaid kas paarisratastel või veel parem — kõigil rattail.

Õli võib sattuda piduriklotsidele rataste laagreilt, kui laagrite tihendid on kulunud ja ebatihedad. Sel juhul aitab pidurilintide pesemine bensiiniga. Vähem soovitav on leeklambiga õli väljakõrvetamine. Selleks tuleb rattad koos piduritrumlitega maha võtta ning piduriklotsid maha monteerida.

Vesi võib sattuda piduriklotsidele kas porisel teel sõites või auto pesemisel. Siin aitab vähene sõitmine nõrga pidurdamisega, kusjuures piduriklotside ja piduritrumli vahelisest hõõrdumisest tekkiv soojus kuivatab piduriklotsidele sattunud vee.

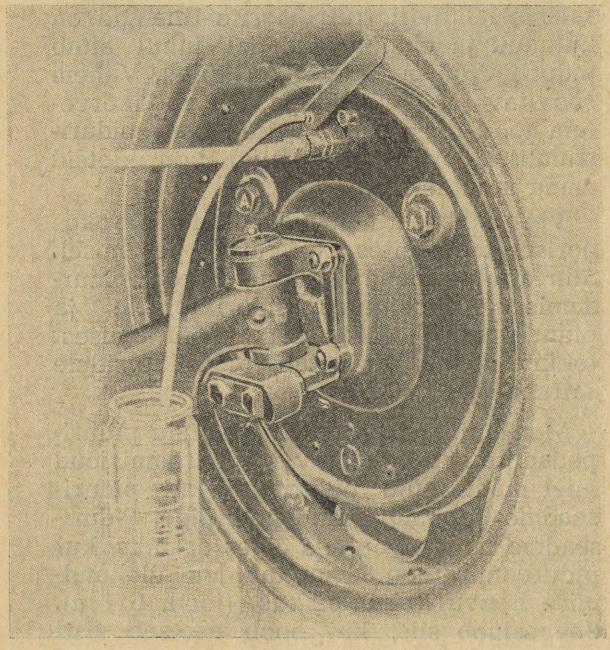
Mehaanilistel piduritel ei kandu piduripedaalile rakendatav pidurdamisjõud täiel määral üle piduritele, kui piduriseadme hoobade asend pole õige. Piduriseadme hoovad on siis õiges asendis, kui pidurdamisel on kasutatav jõu ülekandmise hoova kogu pikkus (joon. 611 *a*). See esineb siis, kui hoob asetseb risti piduriseadme vardaga. Nurgi asetumisel (joon. 611 *b*, *c*) nõrgeneb ülekantav



Joon. 611. Pidurihoobade asend.
a — õige asend, *b* — liigselt ettenihutatud asend, *c* — liigselt tahanihutatud asend.

pidurdamisjõud vastavalt hoova õla lühenemisele.

Õlipiduritel takistab seadmesse sattunud õhk pidurdamisjõu ülekandmist. Õhu kõrvaldamiseks tuleb pidurisilindri küljes olevale õhu väljalaskekruvile kinnitada kummist voolik, mille ots asetada piduriõliga osaliselt täidetud klaaspurki, õhu väljalaskekruvi natuke lahti keerata ja jalgpiduripedaalile vajutades pumbata peasilindri kolviga õli piduriseadmest välja. Õhk voolab koos õliga välja ning seda on näha klaaspurgis kerkivate õhumullidena. Pumpamist jätkata kuni õhumulle enam ei tule ja siis õhu väljalaskekruvi kinni keerata. Seda korrata kõikide rataste pidurisilindritega. Õli tagavara-anum täita ettenähtud määrani (joon. 612).



Joon. 612. Õli kõrvaldamine õlipiduriseadmest.

Pidurdamisel tekkiv auto viitamine tõendab ebaühtlast rataste pidurdamist. Auto tagarataste ebaühtlasel pidurdamisel tekib auto tagaotsa viitamine nõrgemalt pidurdava ratta poole. Auto eesrataste ebaühtlasel pidurdamisel on tunda rooli tõmblemist. Ebaühtlane rataste pidurdamine on tingitud halvast reguleerimisest või on nõrgemalt pidurdava ratta piduriklotsidele sattunud õli.

Puudulikult reguleeritud piduritel võib pidurilint õhuvahe puudumisel piduriklotsi ja piduritrumli vahel pidevalt puudutada piduritrumlit. Tekkiva hõõrdumise tõttu kuumenevad piduritrumlid. Seda on tunda piduritrumleid väljastpoolt käega katsudes. Sama võib juhtuda, kui piduriklotside tagasitõmbevedrude pinevus on nõrgenenud või piduriklotsid on oma toele kinni jäänud.

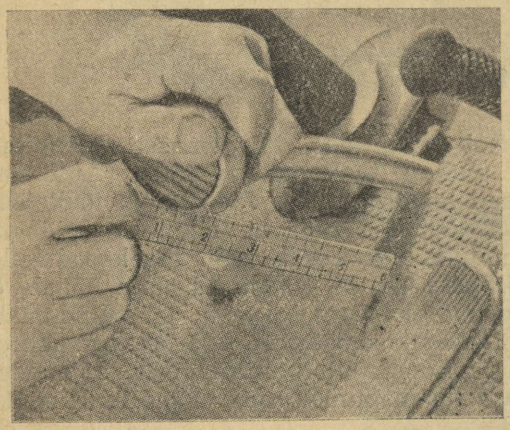
Pidurite reguleerimist teostatakse selleks, et kõikide rataste pidurid seada ühtlaseks pidurdamiseks. See toimub tavaliselt selliselt, et tõstetakse auto üks ots üles, reguleeritakse mõlemad rattad, et nad käega katsudes pöörduksid ühtlase jõuga piduripedaalile vajutamisel. Siis lastakse rattad maha ning tõstetakse üks auto külg üles ja reguleeritakse selle külje auto teise otsa ratas sama tugevalt pööratavaks, siis lastakse see külg maha ja tõstetakse auto teine ots üles ning reguleeritakse viimase ratta pidurid ühtlaseks eelmisega. Olulisem on, et mõlemad eesrattad ja mõlemad tagarattad pidurduksid ühtlaselt. Neljarattapiduritel seatakse tavaliselt eesrattad tugevamale pidurdamisele, kuna pidurdamisel osa koormust tagaratastelt kandub üle eesratastele.

Reguleeritav piduriklotside ja piduritrumli õhuvahepilu suurus tuleb reguleerida vastavalt tehase ettekirjutustele. Tavaliselt on see pilu klotspiduritel 0,25—0,50 mm, lintpiduritel 0,5—1,0 mm. Õige pilu suurus saavutatakse sel teel, et reguleeritakse piduriklotsid täielikult vastu piduritrumlit ja siis vajalikul määral tagasi.

Arusaadav, et siin toodud pidurite reguleerimise viis on umbkaudne ning sõltub reguleerija vilumusest. Suurtes autoparandustöökodades toimub pidurite reguleerimine vastavatel pidurite reguleerimise pinkidel, kus võimaldub reguleerida pidurid kõikidel ratastel ühtlaseks.

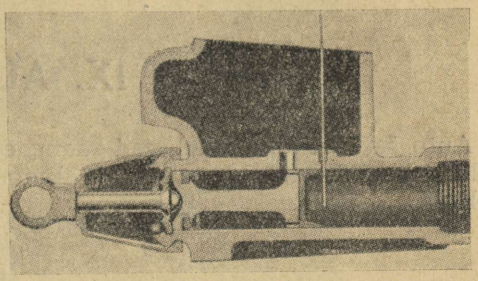
Kuna õlipidurite reguleerimine piirdub peamiselt piduriklotside õhuvahepilu suuruse ja piduripedaali vabakäigu reguleerimisega, lisandub mehaanilistel piduritel sellele veel pidurihoobade asendi ja pidurivarraste või tõmbetrosside pikkuse reguleerimine. Kõris asetsevad painduvad terastrossid tuleb korralikult määrida, et need vabalt liiguksid. Kõridesse ei tohi sattuda vesi, mis talvel külmaga jäätub ja takistab pidurdamist.

Piduripedaalil peab olema vabakäik 10—15 mm (joon. 613), millega kindlustatakse, et piduriklotsid oleksid mittepidurdamise olekus oma algasendisse täielikult tagasi tõmbunud. Piduripedaali liikumisel vabakäigu piires ei tohi toimuda pidurite pööra pöördumist või õlipiduritel pidurisilindrite kolbide nihkumist. Selle vältel võib vaid peasilindri kolb edasi nihkuda sedavõrd, et kolvi kummist manset ulatub kuni kompenseerimisavani peasilindris. Seda saab kontrollida nõela abil (joon. 614).



Joon. 613. Piduripedaali vabakäik.

Täielik pidurdamine peab toimuma piduripedaali 50—75 mm teekonna pikkusel, kusjuures piduripedaal ei tohi puudutada juhiruumi põrandat või olla muul viisil takistatud. Umbes poolel piduripedaali teekonnal peab toimuma piduriklotside viimine vastu piduritrumleid, mis on tunda piduripedaali liikumisest nõrgemal piduripedaalile vajutamisel, ning teisel poolel piduripedaali teekonnast peab toimuma pidurdamine täie pidurdamisjõu rakendamisega piduripedaalile.



Joon. 614. Peasilindri kolvi asendi katsumine nõelaga.

Peale reguleerimist tuleb teha proovisõit, proovides pidurdamist mitmesugusel sõidukiirusel. Pidurdamisel peavad kõik rattad ühtlaselt pidurduma, mis on tunda auto viitamisest või rooli tõmblemisest. Ükski rattaist ei tohi plokeeruda, mis on näha pidurdamisel asfalt-teel, kus plokeeruv ratas jätab jälje.

Headelt piduritelt nõutakse, et auto aeglustumine pidurdamisel peab olema vähemalt 4—5 m/sek^2. Seega peab auto pidurdumine toimuma näiteks 30 km tunnikiiruselt kuni peatumiseni 7—9 m teepikkusel, 40 km/t. pidurdamisel 13—16 m ja 50 km/t. pidurdamisel 20—25 m teepikkusel. Tegelikult aga võimaldavad praegusaja autode nelja ratta täiesti korras pidurid pidurdamist poole lühemal teekonnal.

IX. AUTO ŠASSII

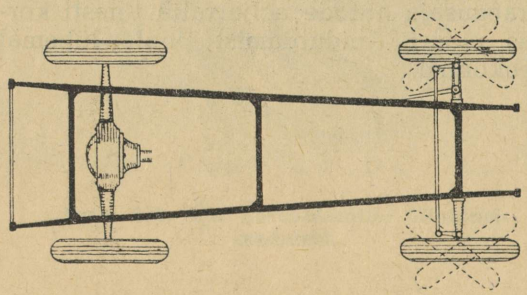
Auto šassii hulka kuuluvad raam, eestelg, tagasild, vedrud, rattad ja kummirehvid.

Tutvume nende auto osadega üksikasjalisemalt.

RAAM

Autoraam on kogu auto aluseks. Sinna külge kinnitatakse kõik auto üksikseadmed ja agregaadid, alates autoratastest, mootorist, jõuülekandeseadmeist ja juhtimisseadmeist ning lõpetades autokerega.

Tavaline autoraam, nagu seda ehitati vanematüübilistel autodel, koosnes kahest terasplaadist pressitud „U"-profiiliga pikitalast, mis oli mitmest kohast seotud samaprofiililiste risttaladega; ühenduskohad olid peamiselt needitud. Raam ehitati eesotsast kitsam, mis võimaldas eesrataste väljakeeramist (joon. 615). Pealegi on raami kitsam ots küllaldane mootori paigutamiseks, kuna autokere, mis nõuab stabiilsemat alust, kinnitatakse raami laiema tagapoolsele otsale.

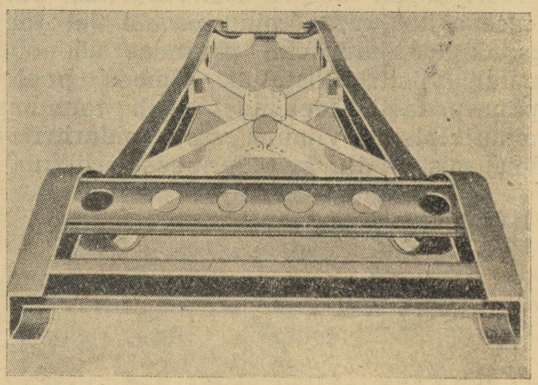


Joon. 615. Eesotsas kitsenev autoraam.

Praegusaja sõiduautode raamid sidestatakse „X"-kujuliselt (joon. 616), millega suureneb autoraami jäikus, eriti väände suhtes.

Autol asetsev koorem püüab autoraami läbi painutada, sellele lisandub raami väänamine, mis tekib üksiku ratta sattumisel sõiduteel kõrgemasse asendisse, ja tõuked teekonaruse tõttu. Autoraam peab kõik painde-, väände- ja tõukejõud vastu võtma, ilma et need saaksid üle kanduda autokerele või üksikseadmeile, rikkudes nende koostööd. See nõuab, et raam oleks eriti tugeva ja paindumatu ehitusega, sealjuures aga kaalult kerge ning konstruktsiooniga, mis võimaldab auto raskuspunkti viia võimalikult madalale.

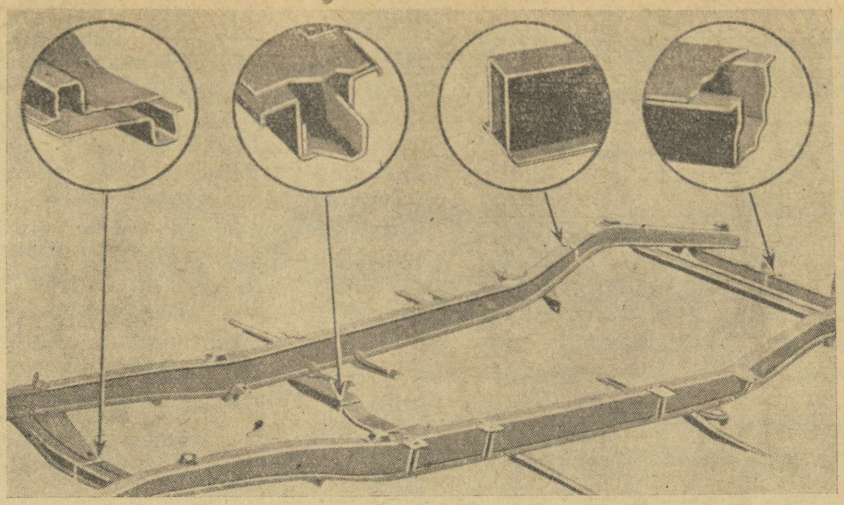
Tugev ja kerge raami konstruktsioon saadakse ehitades seda mitte „U"-profiililisena, vaid õhukesest plekist nn. kasti-



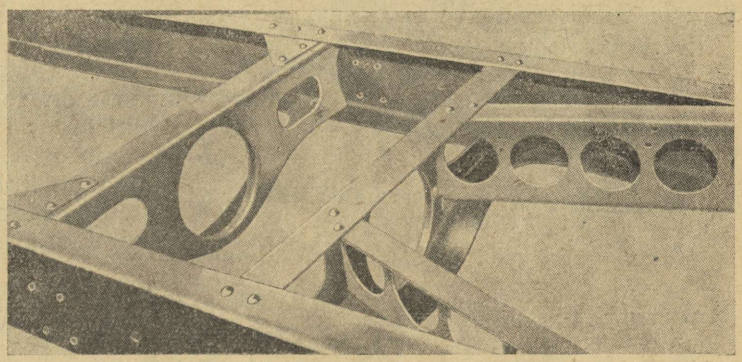
Joon. 616. Autoraam „X" põikraamiga.

profiililisena (joon. 617), mis on kokku keevitatud sageli punktkeevitusega. Kerguse tõstmiseks lõigatakse sageli raami nendes kohtades, kus vastupidavus seda võimaldab, pleki sisse augud (joon. 618).

Mõnede veoautode raamid ehitatakse

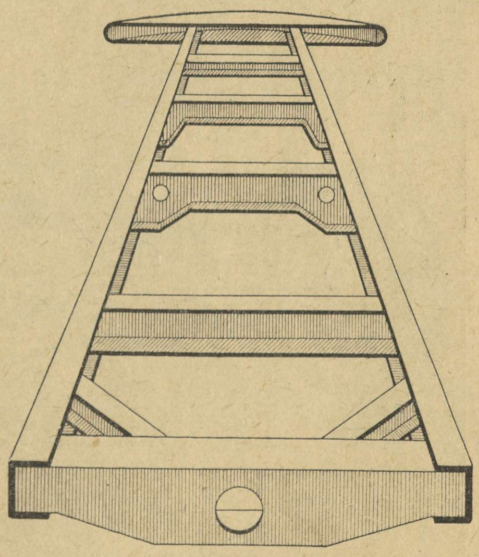


Joon. 617. Kasti profiiliga autoraam.

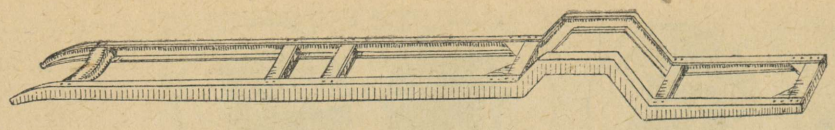


Joon. 618. Väljalõiked raami profiilis.

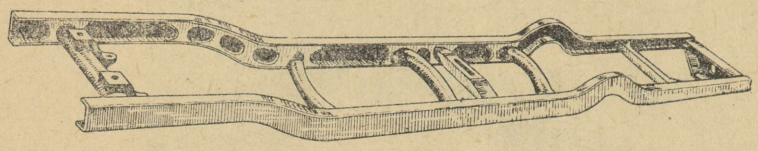
sirgetest pikitaladest (joon. 619). See ehitusviis on lihtsam ja odavam, kuid annab võrdlemisi kõrge auto raskuspunkti. Raskuspunkti madalamaks viimiseks kaarestatakse autoraam tagarataste kohal, mis võimaldab tagasilla vaba vetrumist, ilma et see raami puudutaks, ka raami madalama asendi juures (joon. 620). Autobustel, kus on eriti oluline raskuspunkti madal asend sõidukindluse kui ka inimeste hõlpsa sisenemise ja väljumise pärast, tehakse ka raami eesots kaarestatult (joon. 621). Raami madala asendi saamiseks kolmeteljelistel veoautodel või autobustel leidub raamikonstruktsioone, kus tagatelgede õõtsumiseks on jäetud avad raami sisse (joon. 622). See tõstab raami tugevust ja läbipaindumatust tagarataste kohal. Autobustel, kus sisenemine toimub tagaukse kaudu, tehakse raami tagaots eriti madal (joon. 620).



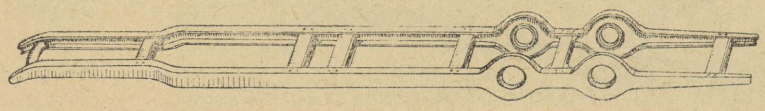
Joon. 619. Veoauto raam sirgetest pikitaladest.



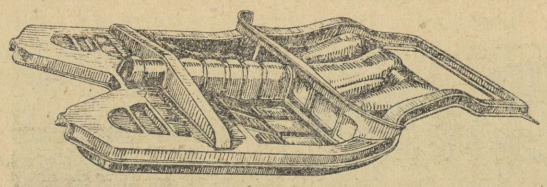
Joon. 620. Autobuse raam kaarelise tagaotsaga.



Joon. 621. Autobuse raam kaarelise ees- ja tagaotsaga.

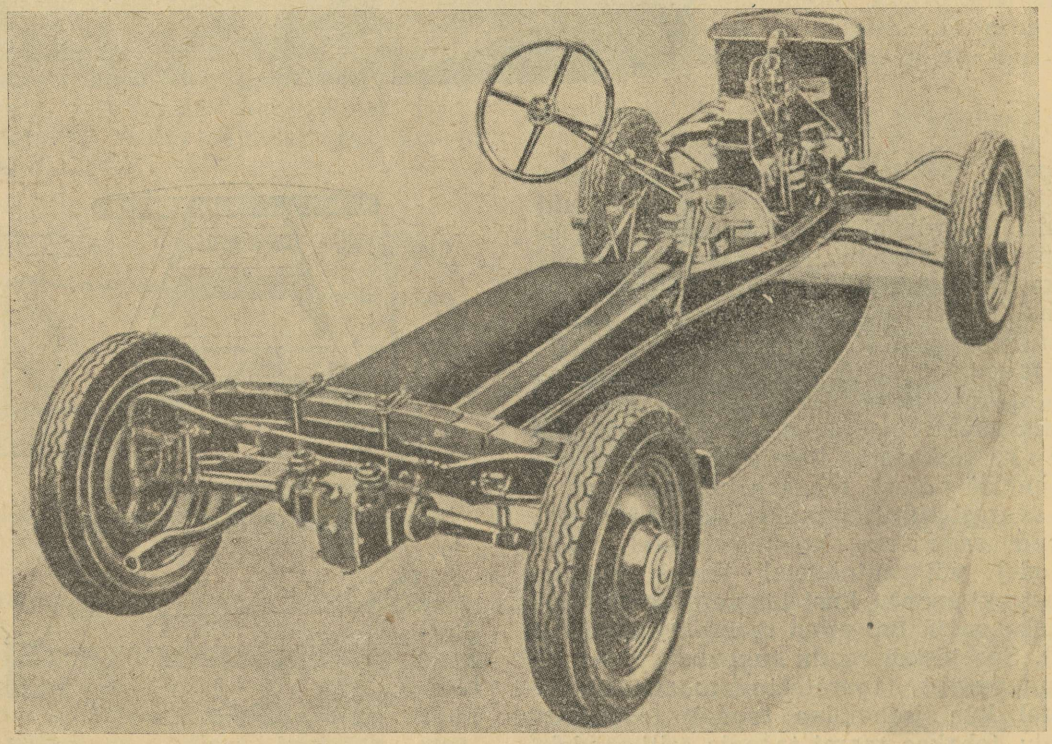


Joon. 622. Autobuse raam avadega pikitalades tagatelje jaoks.



Joon. 623. Sõiduauto raam ühes tükis põrandaga

Joonisel 623 on toodud sõiduauto raami konstruktsioon, kus kogu raam ja autokere põrand on pressitud ühest tükist. See annab eriti tugeva ja väändele vastupidava konstruktsiooni. Joonisel 624 selle vastu on toodud sõiduauto raami konstruktsioon, kus väänamiste ülekandmine kerele on välditud sellega, et raami pikitalad on kokku viidud, saades nn. talaraami. Mootori paigutusvõimalus talaraami eesotsa hargi vahele on eriti ots-

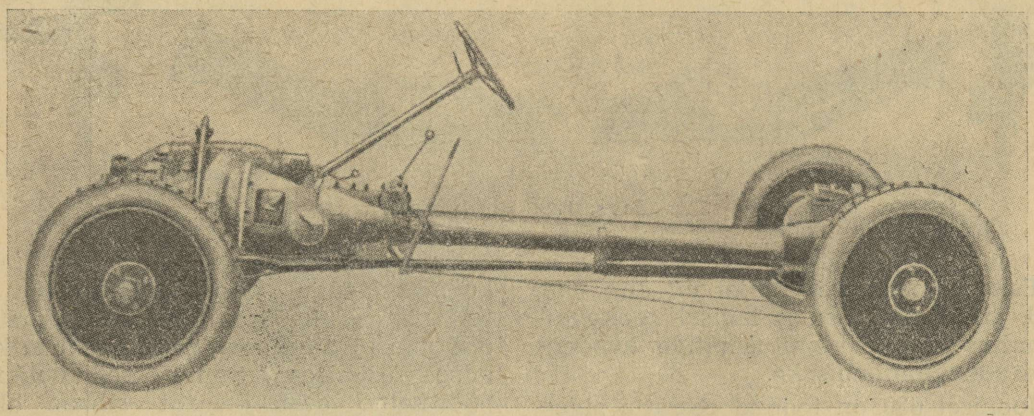


Joon. 624. Sõiduauto talaraam

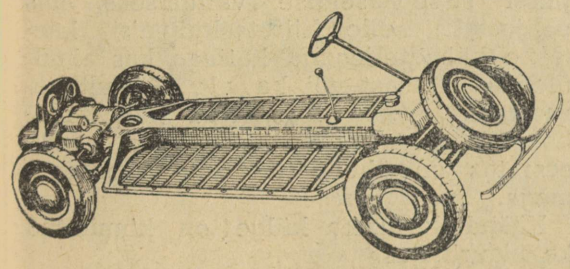
tarbekas. Joonisel 625 on toodud talaraam oma täiuslikumal kujul, kus automootor, sidur ja käigukast on otsesidestatud talaraamiga. Autokere asetatakse talaraami külge keevitatud risttaladele. Autokere põranda kinnitamine otseselt talaraamile tugevdab veelgi selle konstruktsiooni (joon. 626). Talaraami kasutamisele võtmine maastikuautode juures on osutunud eriti otstarbekaks, kuna see võimaldab õõtstelgede vaba õõtsumist, ilma et tekiks raamiväändeid.

Raami tugevdamisega on mindud veel kaugemale, ehitades autoraam ja -kere ühtseks kandvaks kereks (joon. 627). Siin ei saa enam rääkida autoraamist, sest raami kui sellist ei ole, vaid kogu autokere moodustab aluse kõikide auto mehhanismide kandmiseks. See annab väga tugeva, paindumatu ja kerge ehituse.

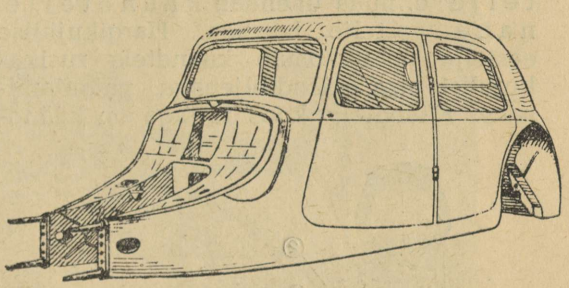
Raami külge kinnitatakse sobitatud poltidega või neetimisega vedrukronsteinid, millele toetuvad vedrud ning muud toed kere, porilaudade, astmete jne. kinnitamiseks. Veoautode raami tagaotsa külge kinnitatakse veoraud või veokonksud.



Joon. 625. Talaraam otsesidestatud mootoriga.



Joon. 626. Talaraam kokku ehitatud auto põrandaga.



Joon. 627. Kandev kere

EESTELG

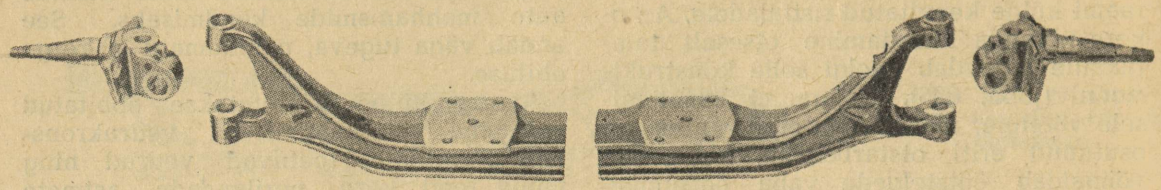
Eestelje ehitus

Auto toetub oma eesotsa raskusega eesteljele. Eestelje otstes olevate eesrataste pööramisega sõidusuunda toimub auto juhtimine.

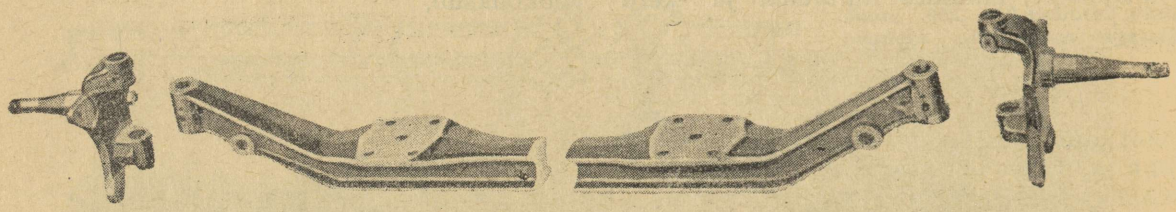
Eestelg (joon. 628) kujutab endast parimast terasest sepistatud kahekordset „T"-kujulist tala, mille mõlemad otsad on kujundatud eesrataste kinnitamiseks selliselt, et võimaldub rataste pööramine. Selleks tehakse eestelje otsad kas hargikujulistena või rusikakujulistena (joon. 629). Viimane on lihtsama valmistamise tõttu enam levinud. Telg ise on keskelt painutatud madalamaks, millega võimaldub auto eesotsas eestelje kohal oleva mootori asetamine madalamale, ilma et

see auto eesotsa vetrumisel puutuks vastu telge. Sellega saavutatakse auto raskuspunkti allapoole viimist.

teljenagal pööratav. Käändteljenaga asend käändtelje rusikakujulises otsas on kinnitatud poldiga; seega pöörab



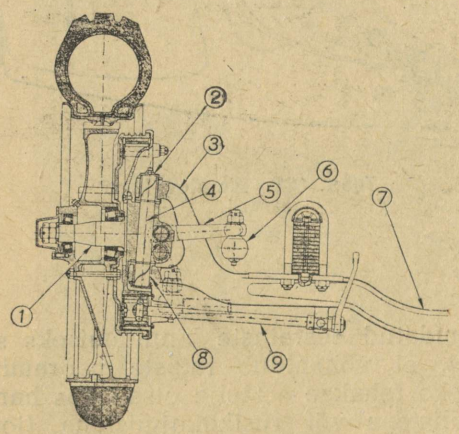
Joon. 628. Hark-eestelg.



Joon. 629. Rusik-eestelg.

Esitelje pealmisel küljel on ette nähtud, autoraami eesotsa laiusel, toekohad-kinnitusäärikud kinnituspoltide avadega vedrude kinnitamiseks.

Joonisel 630 on toodud eesratta sidestus hargikujulise eesteljega. Ratas toetub kahe rull- või kuullaagriga käändteljele, mida ühendab käändteljenaga eestelje hargiga. Hargikujulise eestelje puhul omab käändtelg rusikakujulist otsa käändteljenaga paigutamiseks. Käändtelg koos rattaga on käänd-



Joon. 630. Ratta sidestus hark-eesteljega. 1 — käändtelg, 2 — porikaitseseib, 3 — eestelje hark, 4 — käändteljenaga, 5 — juhtvardahoob, 6 — juhtvarras, 7 — eestelg, 8 — käändteljenaga puss, 9 — pidurdamishoob.

käändteljenaga koos käändteljega eestelje hargis. Hõõrdumise vähendamiseks pööramisel ning eesteljehargi silma kulumise vältimiseks, toimub käändteljenaga pööramine eesteljehargi silmas oleval pronkspussis, nn. käändteljenaga pussis. Porise vee käändteljenaga pussi sissepääsemise vältimiseks, mis põhjustaks selle kiiret kulumist, kaetakse käändteljenaga kattega kas ainult ülemisest otsast või ka alt. Käändteljerusika külge on kinnitatud käändteljehoob ja juhtvardahoob, millede kaudu eesratas on ühendatud auto rooliseadmega.

Käändteljerusika külge on kinnitatud ka piduriketas.

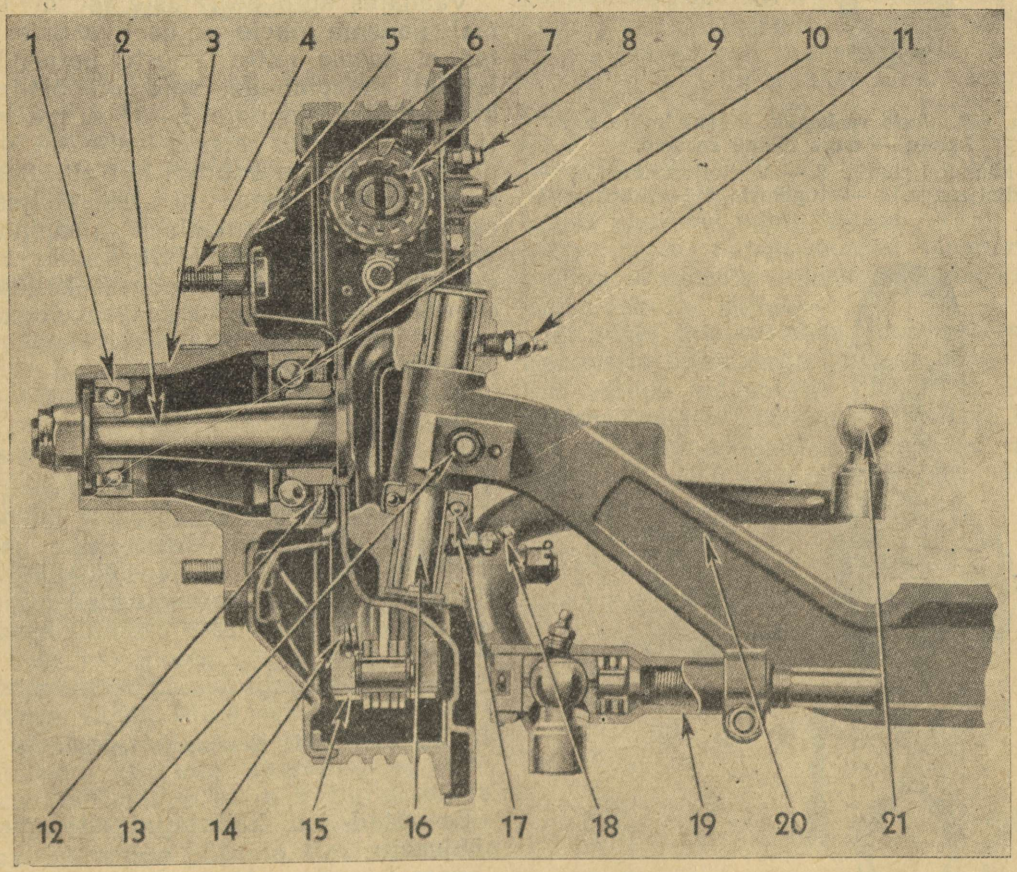
Kui eesrattal rull-laagrite asemel kuullaagreid kasutada, peavad viimased olema nn. õlglaagrid, mis võimaldavad vastu võtta ka ratta külgsurveid, mis esinevad tsentrifugaaljõust tingituna autosõidul käänakutel. Laagrite kinnitus ja pingelduse reguleerimine toimub käändtelje otsas oleva mutri abil. Mutri asend tuleb peale kinnitamist splintida.

Joonisel 631 on toodud auto eesratta sidestus rusikakujulise eesteljega. See erineb eelmisest vaid selle poolest, et eestelg omab rusikataolist otsa, kuna käändtelg omab hargilist otsa. Käändteljenaga on poldiga kindlalt kinnitatud eestelje külge, käändteljehark on pööra-

tav käändteljenaga suhtes. Sellist eesratta sidestust leiame näiteks sõiduautodel Gaz M-1, Zis-101 ja veoautodel Zis-5, Gaz-AA.

Auto raskusjõu ülekandmise seisukohalt käändteljenaga poolt sidestatakse eesrattad eesteljega selliselt, et käändteljenaga auto raskusjõu ülekandmisest osa ei võta, või selliselt, et käändteljenaga kaudu kandub üle ka auto eesotsa raskus. Esimene viis on enam levinud. Siin toimub auto raskusjõu ülekandmine käändteljerusikalt või -hargilt kas otseselt käändteljenaga puksi äärikule (joon. 630) või asetatakse hõõrdumise vähendamiseks käändteljerusika või -hargi ja eesteljehargi või -rusika vahele tugikuullaager (joon. 631).

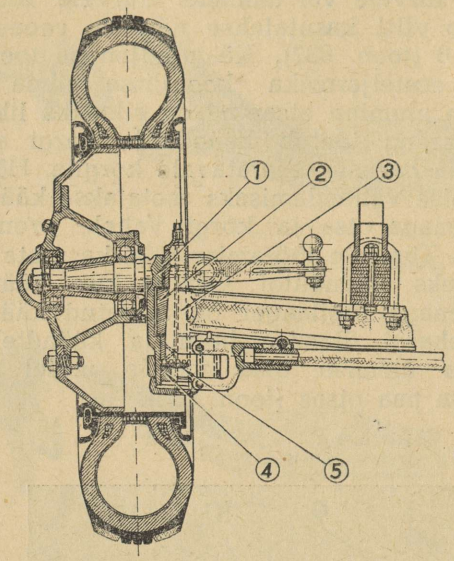
Kui auto raskusjõu ülekandmine toimub käändteljenaga kaudu, siis võib see toimuda selliselt, et käändteljenaga töötab survele või tõmbele. Survele töötamise viisi kasutatakse näiteks veoautol Jag-6 (joon. 632). Käändteljenaga toetub ise eesteljerusika koonilisse silma ja selle alumine otsapind on siledaks lihvitud ning toetub käändtelje hargi alumisse harusse keeratavale korgile. Hõõrdumise vähendamiseks asetatakse käändteljenaga otsa ja korgi vahele pronksseib. Tõmbele töötamise viisi kasutatakse näiteks sõiduautol Gaz-A, kus käändteljenaga tugilaager on asetatud käändteljehargi ülemise haru ja käändteljenaga ülemise otsa vahele, millel on laiem pea otsas (joon. 633).



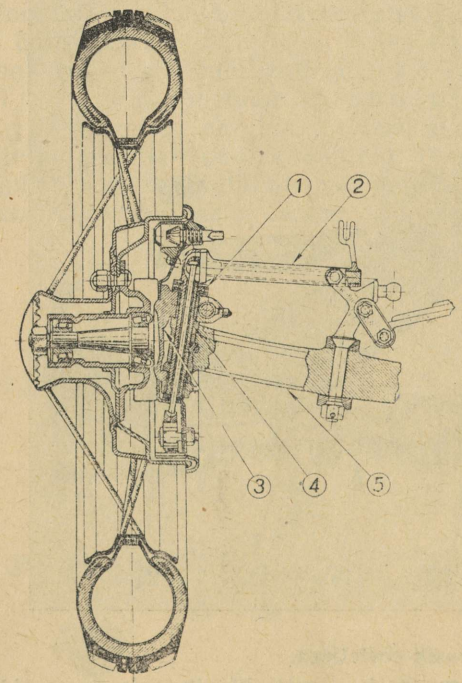
Joon. 631. Ratta sidestus rusik-eesteljega.

1 — eesmine rattalaager, 2 — käändtelg, 3 — rattarumm, 4 — ratta kinnituspolt, 5 — pidurite reguleerimise ava kaas, 6 — piduritrummel, 7 — pidurisilinder, 8 — pidurisilindri õhuväljalaske kruvi, 9 — suruõlivooliku kinnituskruvi, 10 — tagumine rattalaager, 11 — määrdenippel, 12 — tihend, 13 — käändteljenaga kinnituspolt, 14 — piduriklots, 15 — pidurilint, 16 — käändteljenaga, 17 — käändteljenaga tugilaager, 18 — määrdenippel, 19 — paralleelvarras, 20 — eestelg, 21 — juhtvardahoob.

Veoautodel, kus veojõu ülekandmine toimub ka eesrataste kaudu, kasutatakse eestelje asemel eessilda, mis sarnaneb tagasillaga, seepärast siin seda ei käsitleta. See erineb tagasillast vaid sellega, et rattad on pööratavad. Eesrataste ühendamise viis eessillaga selgus juba jõuülekandeseadmete käsitlemisel (vaata lk. 300 ja joon. 653).



Joon. 632. Auto raskusjõu ülekandmine naga kaudu — naga töötab survele.
1 — käändteljehark, 2 — eesteljerusikas, 3 — käändteljenaga, 4 — tugikork, 5 — pronksseib.

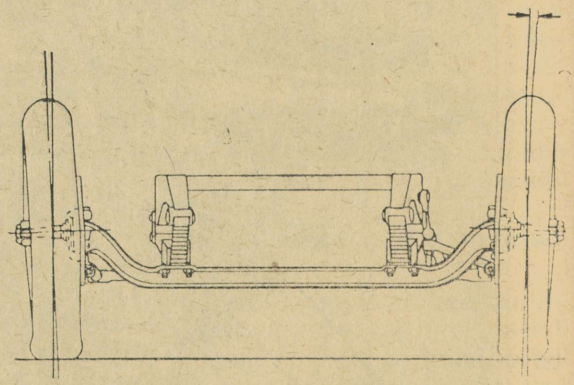


Joon. 633. Auto raskusjõu ülekandmine naga kaudu — naga töötab tõmbele.
1 — tugilaager, 2 — pidurihoovastik, 3 — käändteljehark, 4 — käändteljenaga, 5 — eestelg.

Eesrataste asendist

Eesrataste õige asetus eestelje suhtes omab erilist tähtsust, sest sellest sõltub auto juhtimise kindlus, sõiduohutus ja hea teelpüsivus. Eesratastele on tehases auto valmistamisel antud kindel asetus, mis on määratud hulgaliste katsete, pikaajaliste kogemuste ja teoreetiliste arvutuste põhjal. Alljärgnevalt olgu toodud põhimõtted, mis määravad eesrataste asetuse.

Vaadates auto eesrataste asendit lähemalt paneme tähele, et eest vaadates rattad ei asetse mitte täiesti perpendikulaarselt maapinnaga, vaid on ülaltpoolt kallutatud väljapoole 1—3° nurga võrra (joon. 634), s. o. rataste vahe on ülaltpoolt mõõdetuna suurem kui alt. See on saavutatud sellega, et käändteljed ei asetse mitte paralleelselt maapinnaga, vaid on kallutatud. Nurk, mille võrra eesrattad on vertikaaljoonest kallutatud eemale, nimetatakse k a l d e n u r g a k s.

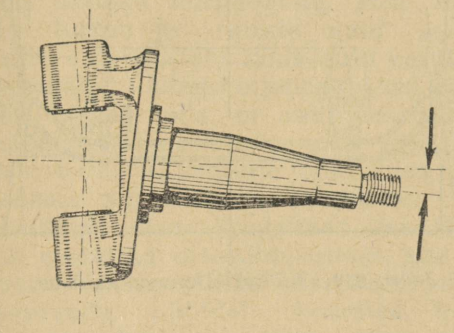


Joon. 634. Eesrataste kaldsus.

Eesrattad on kallutatud alljärgnevail põhjuseil:

1) Kui ratastele oleks antud täiesti vertikaalne asend, siis laagrite ning käändteljenaga ja käändteljenaga pukside kulumisel saaksid nad altpoolt laiali-asendiga kaldenurga, mis raskendaks auto juhtimist. Sama põhjustaks auto koormamine.

2) Kaldenurga tõttu surutakse ja hoitakse auto eesrattad pidevalt vastu sisemist käändteljelaagrit, mis hoiab ära rataste mänglemise sõiduajal ühelt laagrilt teisele ning vabastab käändtelje otsas oleva rattalaagri pingeldusmutri alalisest ratta külgsurvest.



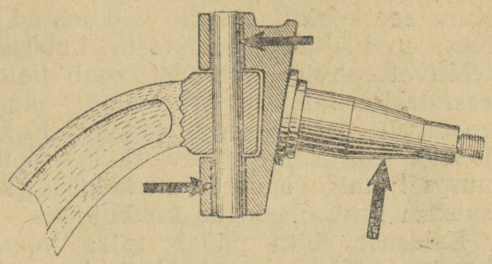
Joon. 634-a. Ratta kaldsuse saavutamiseks kallutatakse käändtelg.

3) Maantee profiil on väikese kumerusega, kui eesrattad on kallutatud, siis nad jooksevad risti sõiduteega. Rehvide kuluvus on siis ühtlasem kogu kandepinnal, vastasel korral aga kuluks rehvi sisemine serv rohkem. See aga pole oluline põhjendus eesrataste kallutamiseks, sest siis peaks ka tagarattaid kallutama.

4) Kaldenurga tõttu on ratta koormatus viidud käändtelje tugistusele lähemale — käändtelje kandeõla on lühem, mille tõttu see on vastupidavam paindele. Seega võib käändtelg olla nõrgema ja kergema ehitusega.

5) Eesrataste pööramisel pööratakse käändtelg käändteljenaga suhtes. Auto raskus, mis lasub eesrattail, painutab käändtelje ülespoole. Käändtelg, mis toetub käändteljenagale, surub käändteljenaga ülemise otsa sissepoole ja alumist otsa väljapoole (joon. 635), tekitades hõõrdumist käändteljenaga ja käändteljehargi vahel. Mida pikem on käändtelje kandeõlg „a", s. o. mida kaugemal mõjub ratta koormus käändteljele, seda suurem hõõrdumine tekib käändteljenaga ja käändteljehargi vahel, tähendab seda raskem on rattaid pöörata. Rataste kaldenurk vähendab kandeõla „a", seega kergendab auto juhtimist.

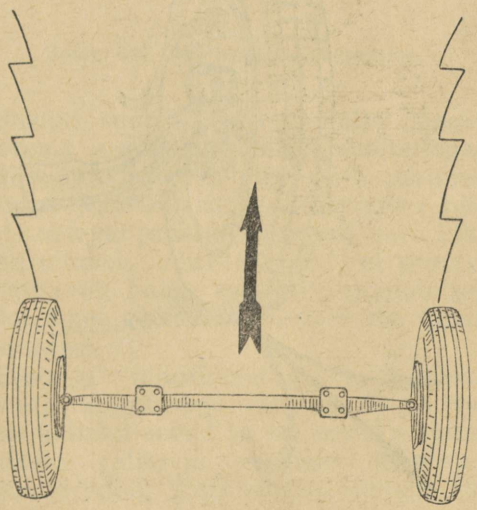
Kuidas aga mõjub auto eesrataste kaldsus nende veeremisele? Igaüks meist on näinud raha laual veeremas või ratast maapinnal. Niikaua, kui raha veereb püstloodis laual, toimub veeremine sirgjooneliselt. Niipea aga, kui raha kaldub ühele poolele viltu, hakkab raha veerema kaares sinnapoole, kuhu poole see on kallutatud.



Joon. 635. Ratta kaldsus lühendab kandeõla.

Sama juhtuks ka auto eesratastega, kui nad oleksid ainult kallutatud. Kumbki ratas püüaks kaldenurga tõttu veereda kaares väljapoole, kuid kuna nad on kinnitatud käändtelje kaudu eestelje külge, saavad nad veereda kaares ainult nii palju, kui seda võimaldab laagrite pingeldus, käändteljenaga ja käändteljehargi vaheline loksumine ja kummirehvide järeleandmine (joon. 636). On see piir saavutatud, tõmbub ratas järsult tagasi ning see mäng kordub uuesti. Nii tekib ratta ristilohisemine maapinnal. Selline eesrataste lohisemine põhjustab kiiret rehvide kulumist.

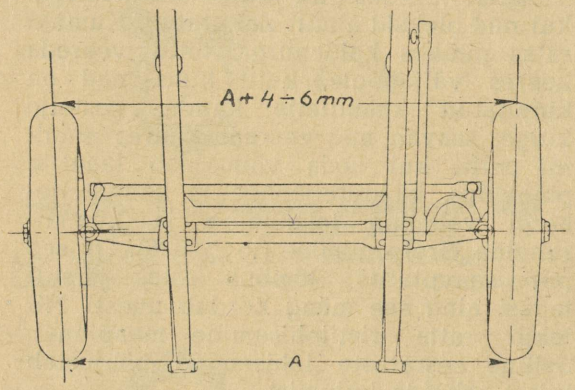
Et siiski ära kasutada eespool toodud eesrataste kaldenurga hüvesid ning ühtlasi vältida kaldenurga olemasolu tõttu tekkivat rataste lohisemist ja sellega seotud rehvide kulumist, asetatakse auto eesrattad kokkujooksuga ette-



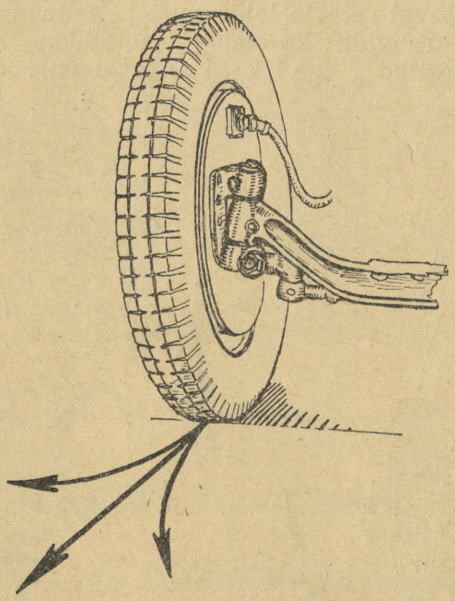
Joon. 636. Kallutatud rataste veeremisel tekib lohisemine.

poole, s. o. seatakse auto eesrataste vahe eest mõõtes 4—6 mm võrra kitsamaks kui tagant mõõtes (joon. 637). Eesrataste kokkujooksu seadmine toimub paralleelvarda pikendamise või lühendamise teel. Kuna see kokkujooks on vaid seatud selleks, et hävitada eesrataste kaldsusest tekkivat rehvide kulumist, peab hoidma eesrataste kokkujooksu alati õigena, vastavalt tehase eeskirjadele. Kokkujooksu suurus on sõltuv rataste kaldenurgast: mida suurem on kaldsus, seda suurem peab olema ka kokkujooks.

Kaldsuse tõttu püüab ratas veereda kaares väljapoole, kokkujooksu tõttu sissepoole (joon. 638), mõlemad kompenseerivad vastamisi, andes ratta sirgjoonelise liikumise, — seega on välditud rehvide ülemäärane kulumine.

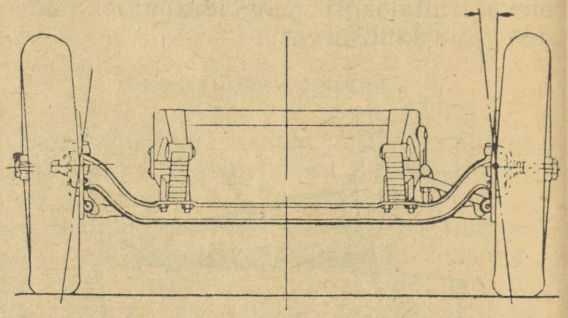


Joon. 637. Eesrataste kokkujooks.



Joon. 638. Rataste kaldsus ja kokkujooks annavad otseveeremise.

Ebaõige kokkujooksu puhul lasub auto koormus rehvi protektori ühel serval rohkem, mille tõttu see kulub rohkem.

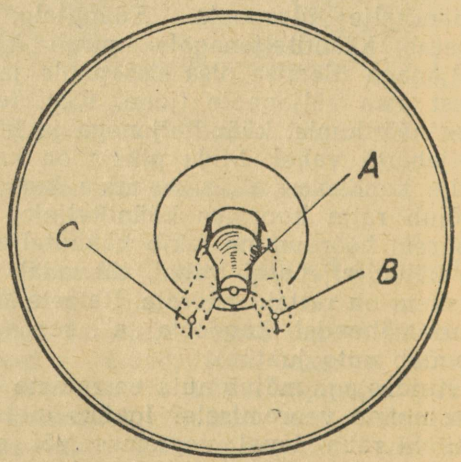


Joon. 639. Käändteljenaga kaldsus.

Väga oluline on kokkujooksu reguleerimisel ja sõidul, et rehvid oleksid õige rõhuni täis pumbatud. Nagu katsed näitavad, vähendab 0,5 at väiksem rõhk rehvis eesrataste kokkujooksu umbes 1,5 mm võrra, see aga mõjutab rehvide kulumist tunduvalt. Seepärast peab hoolitsema selle eest, et rehvid oleksid alati ettenähtud määrani täis pumbatud.

Auto eesrataste stabiilset juhtimist saavutatakse käändteljenaga asetamisega nurga all (joon. 639), mida nimetatakse käändteljenaga kaldenurgaks. See omab suurt tähtsust auto kindlal juhtimisel ja teelpüsimisel.

Käändteljenaga kaldenurga tõttu liigub käändtelje ots rooli pööramisel kaart mööda (joon. 640). See aga tähendab järgmist: Kui auto sõidab sirgel teel,



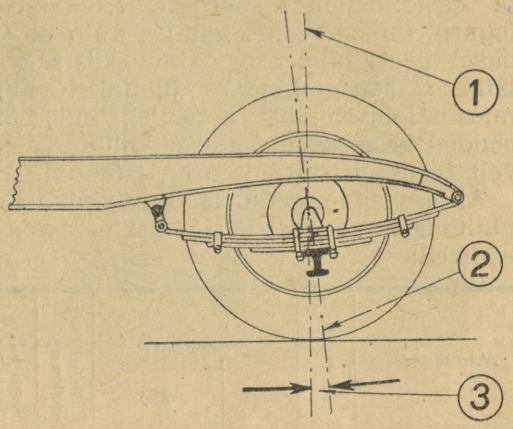
Joon. 640. Käändteljenaga kaldsuse tõttu liigub käändtelje ots rooli pööramisel kaareliselt.

on käändtelje ots oma liikumiskaare kõrgeimas asendis (seis *A*). Käänakuil sõites, kui rattad on pööratud kas vasakule või paremale, on käändtelje ots oma liikumiskaare mingis madalamas asendis (seis *B*, *C*). Käändtelje ots aga ei saa käändtelje pööramisel käändteljenagal sattuda madalamale, sest käändtelg toetub ju rattale, kuid see-eest kerkib auto eestelg koos auto eesotsaga. Tähendab, käändteljenaga kaldsusega saavutatakse seda, et auto eesotsa raskus, püüdes saavutada oma madalaima seisu, surub käändtelje oma otsa liikumiskaare kõrgeimasse asendisse. Kuna käändtelje otsa kõrgeimas asendis on auto eesrattad otsesõidusuunas, siis auto eesotsa raskus püüab eesrattaid pöörata otsesuunda. Lühidalt korrates, käändteljenaga kaldsuse tõttu auto raskus aitab pöörata auto eesrattaid otsesõidusuunda. Ning panemegi tähele, et nüüdisaja autode rooli pole vaja peale käänuvõtmist tagasi keerata, vaid ainult käed vabastada roolilt, ja see pöördub ise tagasi otsesuunas-sõidu asendisse. Sirgel teel sõites aitab auto raskus käändteljenaga kaldsuse tõttu kaasa, et eesrattad püsiksid alati otsesõidusuunas, seega pole mitte vaja kogu aeg rooliga hoida eesrattaid otsesõidusuunas, vaid need püsivad auto raskuse mõjul ise seal. See võimaldab kindlamat juhtimist ja paremat teelpüsimist.

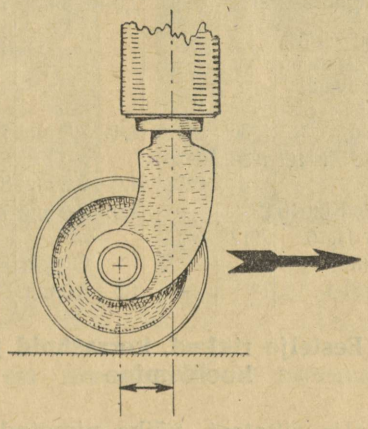
Lisaks nendele kolmele nurgale mõjutab auto eesrataste asendit veel nn. e e s t e l j e l ä n g s u s n u r k.

Eestelje längsusnurgaks nimetatakse nurka, mille võrra eestelg on asetatud viltu ratta püstloodis keskjoone suhtes (joon. 641). Selle nurga võrra on käändteljenaga ühtlasi längus piki autot. Sellega saavutatakse, et käändteljenaga pikendusjoon puudutab maapinda punktis, mis asetseb eespool ratta kokkupuutekohta maapinnal. Sellise eestelje asetusega saavutatakse seda, et eesrattad püüavad alati veereda kindlasuunaliselt käändteljenaga järel.

Asja selgituseks võrdleme auto eesrattaid mööbli- või voodirattaga (joon. 642). Voodijala keskjoone pikendus puudutab samuti põrandat punktis, mis asetseb eespool ratta toetuspunkti. Lükates voodit teise paika, pöörduvad voodirattad ise asendisse, milles nad veerevad voodijala järele, voodi lükkamise suunas. Ükskõik, mis suunas meie voodit ei lükkaks, püsivad selliselt ehitatud rattad alati voodi liikumise suunas.



Joon. 641. Eestelje längsusnurk.
1 — ristjoon maapinnale, 2 — käändteljenaga keskjoon, 3 — längsusnurk.



Joon. 642. Mööbliratta veeremine.

Samuti sunnib auto eestelje längsus veerema eesrattaid alati käändteljenaga järele auto sõidusuunas. Auto juhtimine muutub kindlamaks, sest eesrattad püsivad teataval määral iseendast auto liikumise suunas. Jõuvankrijuht ei pruugigi pingutavalt hoida rooliratta pööramisega autot õiges sõidusuunas, vaid see toimub iseenesest.

Eestelje längsusnurka saavutatakse eestelje kinnitusega vedrude külge, vedrude kallakil-asendiga ja eestelje kinnituskoha valikuga vedrude kumerusel (pikivedrudel). Tihti tehakse selleks auto eestelje vedrude kinnitusäärikud eestpoolt õhemad kui tagantpoolt.

Nagu ülaltoodud kirjeldusest selgub, sõltub eesrataste õige asend neljast tegurist: eesrataste kaldenurgast, kokkujooksust, käändteljenaga kaldenurgast ja eestelje längsusnurgast. Kõik need tegurid on omavahel kindlas auto ehitamisel määratud seoses. Ainult siis saavutatakse head, kindlat juhtimist ning rataste lohisematut veeremist, kui kõik nõuded eesrataste asetuse kohta vastavalt tehase eeskirjadele on täidetud.

Alljärgnevalt olgu toodud kodumaise päritoluga autode eesrataste asetuse andmed:

Auto nimetus	Kaldenurk	Kokkujooksu-		Käändteljenaga kaldenurk	Eestelje längsusnurk
		nurk	vahe		
Veoauto Gaz-A, Gaz-AA, kõik Gaz-nimetust kandvad mudelid ja Gaz-autobused	2°	0°40′	2,0—2,5 mm	7°	3°30′
Veoautod Zis-5 ja kõik Zis-nimetust kandvad mudelid ja Zis-autobused	1°30′	0°40′	4,4—7,3 mm	7°30′	1°30′
Sõiduauto Zis-101	1°30′	0°30′-0°50′	4,0—6,2 mm	8°	1°30′
Sõiduauto Kim-10	2°	—	2,0—3,0 mm	7°	7°30′
Veoauto Jag-6	2°17′	0°23′	—	—	—
Sõiduauto Gaz M-1	1°	—	1,5—3,0 mm	8°	3°

Eestelje rikked, korrashoid ja hooldamine

Eestelje riketest võiks nimetada normaalset rattalaagrite ning käändteljenaga ja -pusside kulumist. Kulumise vähendamiseks tuleb need tehase eeskirjade kohaselt määrida ja kontrollida. Vajaduse korral rattalaagrid pingeldada.

Olulisem on aga eesrataste asetuse perioodiline kontroll, et jõuda veendumusele eesrataste asetuse vastavuses tehase eeskirjadele.

Eesrataste ebaõige asendi peatunnusteks on rataste vibamine, väänlev veeremine, püsimatus sõidusuunas ja raskendatud juhtimine. Kui ilmneb üks nendest tunnustest, siis tuleb asuda selle põhjuse selgitamisele. Eesrataste väljaviimist õigest asendist põhjustab peamiselt auto ülekoormatus, tõuked eesrataste sattumisel sõidutee sügavasse rööpasse või mõne kõrgema takistuse vastu, või auto avarii kokkupõrke tulemusena, kus tekib eestelje paindumine, käändteljehoova, juhtvardahoova ja rooliseadme paindumine, paralleelvarda kõverdumine, käändtelje paindumine, vedrude kokkuvajumine jne.

Eesrataste vibamine, mis on tuntud ka nimetusena „šimmi", on üks sagedamini esinevaid tunnuseid eesrataste ebaõige asendi kohta. See põhjustab rooliliigendite ja rooliajami kiiret ülemäärast kulumist, ohustab juhtimist ning annab tugevaid vibreerimisi üle kogu autokerele. See muutub eriti ohtlikuks, kui vibamine satub resonantsi auto kiirel sõidul. Mõnikord esineb eesrataste vibamine nii tugevalt, et muudab sõitmise võimatuks.

Eesrataste vibamist põhjustab kaldenurga ja kokkujooksu mittevastavus ning eestelje längsusnurga muutumine. Kuid esineb ka eesrataste vibamist, mis pole tingitud eesrataste ebaõigest asendist, vaid tingitud muudest asjaoludest. Siin võiks nimetada tasakaalustamata eesrattaid, mis kiirel sõidul hakkavad visklema, ning kui see visklemine satub resonantsi, tekib eesrataste vibamine. Sama võib põhjustada eesratta rehvi sisse selle parandamiseks asetatud „manset". Harvem esineb eesrataste vibamine tingituna rataste pöörlemise žiroskoobilisest mõjust. See esineb vaid kiirel sõidul. Teatavasti püüab pöörleva ratta žiroskoobiline mõju hoida pöörleva ratta asendit alal, kui aga seda asendit muudetakse, siis püüab žiroskoobiline mõju ratast pöörata risti ratta tegeliku asendi muutmisega. Sama tekib ka auto eesratastega, kui üks eesrattaist satub näiteks kiirel sõidul kõrgemale kühmule. Auto ratas põrkas üles, kuid žiroskoobiline mõju püüab ratast pöörata käändtelje suhtes ühele poole, samas aga, kui ratas kühmult jällegi alla langeb, püüab žiroskoobiline mõju pöörata ratast teisele poole. See žiroskoobilisel mõjul rataste pöörlemine ühele ja teisele poole võib lühikest aega kesta, sarnledes rataste vibamisega, tingituna ebaõigest asendist.

Harva esineb ka eesrataste vibamist tingituna rooliseadme korrast äraolekust. Siin võib rooliseadme ebaõigest kokkumonteerimisest või tekkinud rooliseadme rikkest esineda olukord, kus eesrataste vetrumisel rooliseade mõjutab eesrattaid,

tekitades nende pööramist. Kuigi see aeglasel sõidul ei ilmne, võib see rataste edasi-tagasi pööramine eestelje õõtsumisel sattuda resonantsi, mis väljendub rataste vibamises.

Asudes eesrataste õige asendi kontrollimisele, peavad kõik ratta rehvid olema õige määrani täis pumbatud, ratta laagrid vajalikult pingeldatud, käändteljenaga ja puksid kulumata, rooliliigendid ja rool korras, vedrud õiges asendis ja välja vajumata ning rattad tasakaalustatud.

Tuleb meeles pidada, et eesrataste kontrollimine ja reguleerimine tuleb läbi viia väga hoolikalt ja täpselt mõõtes, sest nurgad, mille võrra rattad peavad asetsema kaldselt, on väga väikesed (1—3°). Kuna kõik eesrataste asendit määravad tegurid sõltuvad üksteisest, peab olema ettevaatlik, et ühe vea kõrvaldamisega ei tekitataks teist. Otstarbekohane on peale teostatud reguleerimist veel kord kontrollida kõik eesratta asendi nurgad, et need vastaksid tehase eeskirjadele.

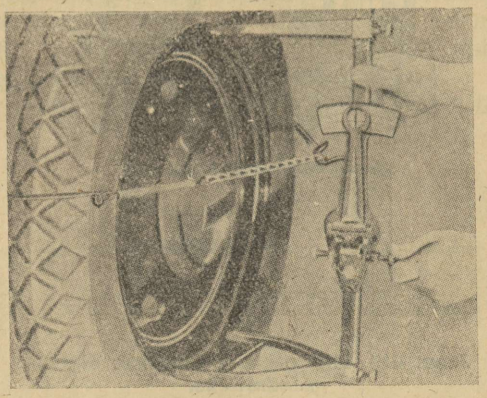
Eesrataste asendi kontrollimiseks tuleb auto asetada täiesti horisontaalsele pinnale.

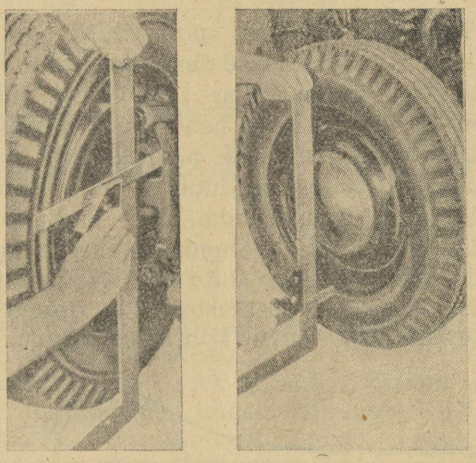
Rataste kaldsust on võimalik mõõta nurgiku abil või nöörloodiga (joon. 643).

Rataste kokkujooksu saab mõõta mõõtvardaga (joon. 644), mõõtes rataste vahet teljekõrguselt eestpoolt ja tagantpoolt.

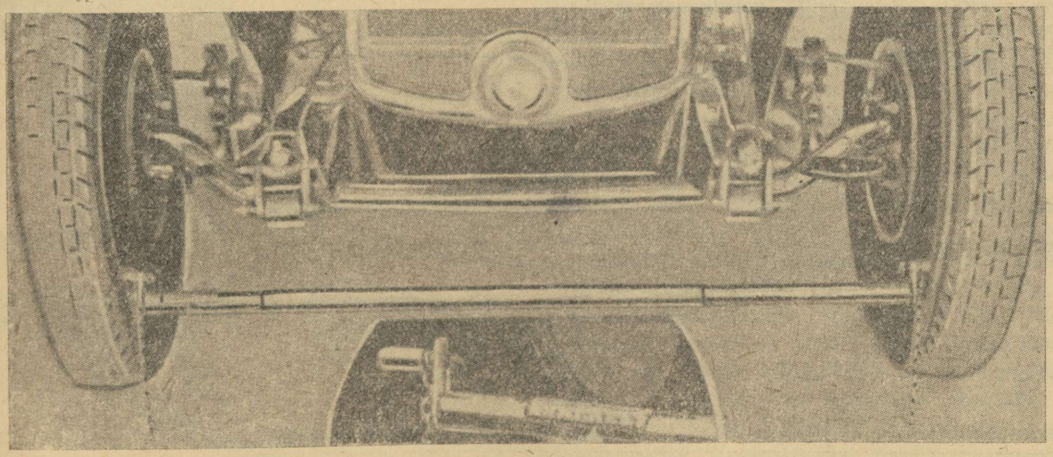
Eestelje längsusnurga suurust on võimalik seada õigeks kiilude abil (joon. 645), mis asetatakse vedrule ja eestelje vahele terava otsaga sõidusuunas.

Käändteljenaga kaldenurka ja eestelje längsusnurka saab mõõta vaid erimõõteriistaga, mis oma lihtsamal kujul kujutab

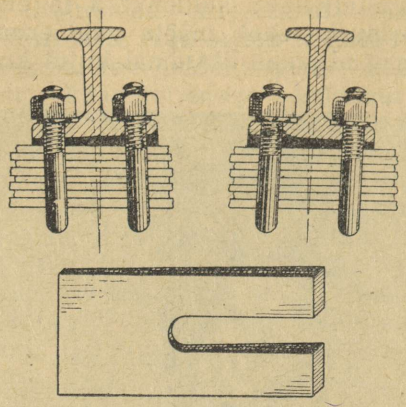




Joon. 643. Eesratta kaldsuse mõõtmine.



Joon. 644. Eesrataste kokkujooksu mõõtmine.



Joon. 645. Kiil eestelje längsuse õigeks-seadmiseks.

endast raskuse mõjul loodis seisvat osutit.

Täpset mõõtmist saab teostada vaid autoremonttöökodades, kus on olemas spetsiaalmõõteriistad või eesrataste asendi kontrollimise ja reguleerimise pink.

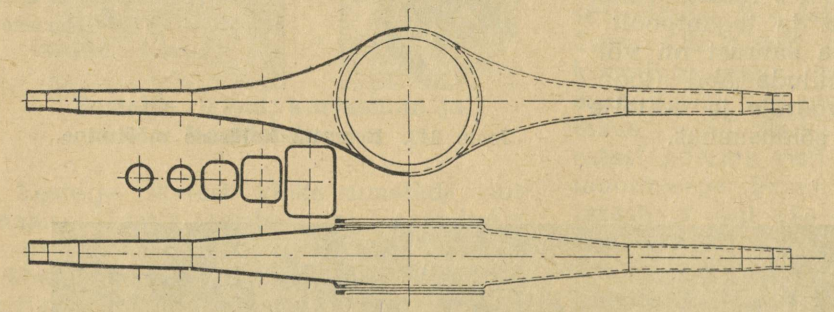
Eesteljevedrude kujul (pikivedrud) on suur tähtsus juhtimise kindlusele, sest vedrude kujust sõltub eestelje längsusnurk. Kauase sõidu järel vajuvad vedrud kokku, mis muudab eestelje längsusnurka. Seepärast tuleb ka vedrude seisukorda kontrollida, ja kui need on vajunud, siis uuesti üles lüüa. Ka auto ülekoormatus mõjutab eestelje längsusnurga muutmist, mille all kannatab auto juhtimise kindlus.

TAGASILD

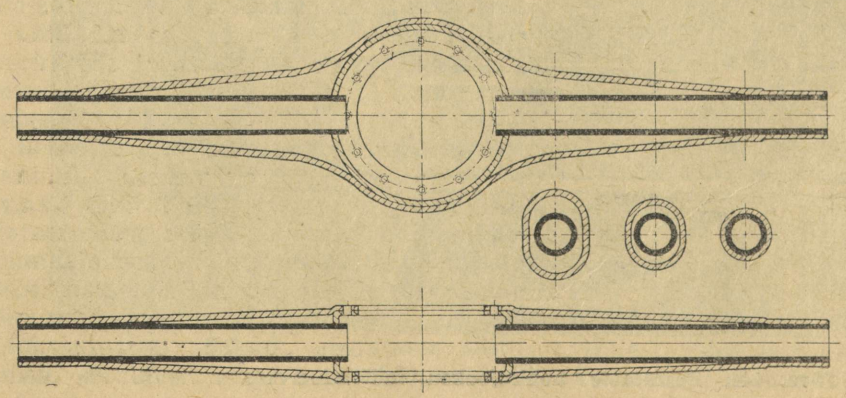
Tagasilla otstarve pole mitte ainult kaitsta jõuülekandeseadme osa pea-ajamist kuni tagaratasteni tolmu ning muda eest ja võimaldada pea-ajami määrimiseks vajaliku määrde paigutamist, vaid peamiselt selles, et luua tugevat alust selle jõuülekandeseadme osa mahutamiseks ja laagrite toetamiseks, sest tagasilla kaudu toimub auto edasiviimise jõu üleandmine tagaratastelt autoraamile. Suurem osa auto koormuse raskusest lasub tagasillal, mis peab olema küllalt tugev selle talumiseks.

Tagasilla ehitus sõltub jõuülekande viisist tagasillalt autoraamile (vaata lk. 277) ning veorataste ühendamise viisist pooltelgedega (vaata lk. 292).

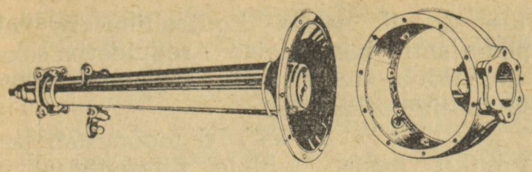
Sõiduautode tagasillad valmistatakse peamiselt terasplekist pressitult kahest poolest ja kokku keevitatud (joon. 646), mida suurematel sõiduautodel või kergeveoautodel tugevdatakse terastoru sissepaigutamisega (joon. 647).



Joon. 646. Tagasild.



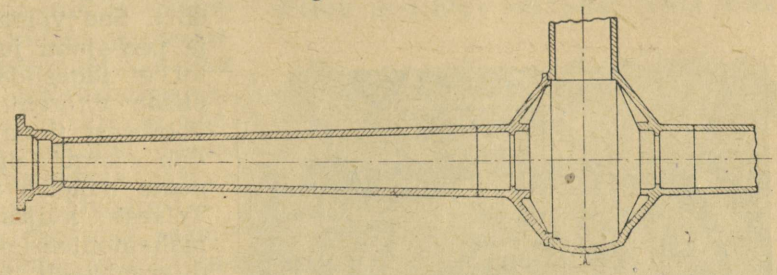
Joon. 647. Toruga tugevdatud tagasild.



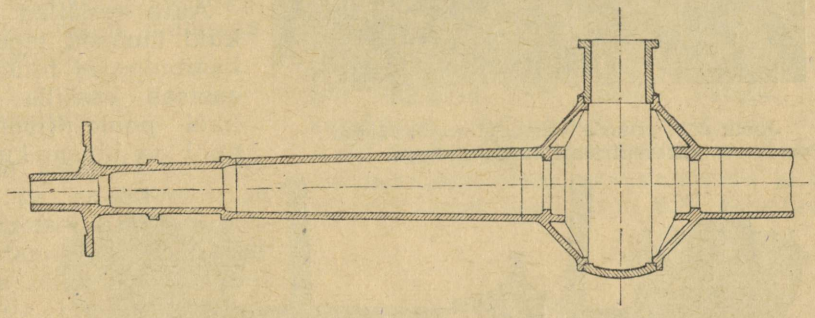
Joon. 648. Tagasild tempervalust keskosaga.

Keskveo- ja raskeveoautodel kasutatakse kas üleni terasvalust (joon. 520) või terasvalust keskosaga tagasildu, mille külge on keevitatud või äärikuga kinnitatud terastorust pikendused. Mõnedel tagasildadel valmistatakse selle keskosa tempervaluna (joon. 648).

Tagasillad ehitatakse lahtimonteeritavatena risti teljega või mahamonteeritavatena tervikuna.



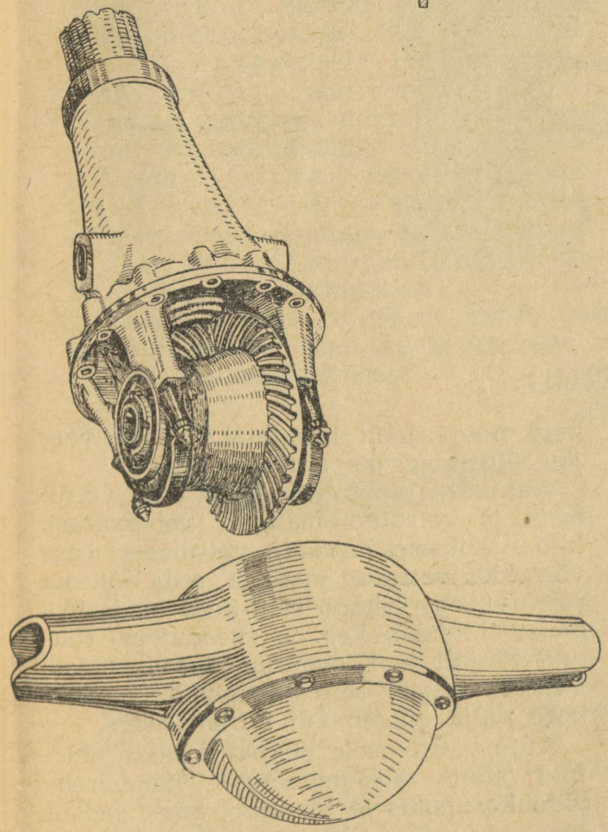
Joon. 649. Veoauto Gaz-AA tagasild.



Joon. 650. Sõiduauto Gaz M-1 tagasild.

Joonisel 649 toodud auto tagasild on lahtimonteeritav ühes ristipinnas. Sellist tagasilda kasutatakse näiteks veoautol Gaz-AA. Tagasilla pikendused on valmistatud kooniliseks toruks keeratud ja kokkukeevitatud terasplekist, mis on pressitud tagasilla keskosa kumbagi poolde ja kinni needitud. Toru otste külge on keevitatud jätkud, mis on valmistatud ratta laagrite paigutamiseks vajalikes mõõdetes. Jätk omab äärikut, mille külge kinnitatakse piduriketas. Tagasilla keskosas on sissevalatud pesad diferentsiaalikarbi laagrite asetamiseks ning väljaspool äärik tõuketoru kinnitamiseks.

Joonisel 650 on toodud kahes põikipinnas lahtimonteeritav tagasild, mida kasutatakse näiteks sõiduautol Gaz M-1. Tagasild koosneb terasvalust keskosast, millel on äärik tõuketoru kinnitamiseks, kahest koonilisest terasest sepistatud äärikust, mille külge on keevitatud terasplekist kooniliseks toruks keeratud ja kokkukeevitatud pikendused. Piken-



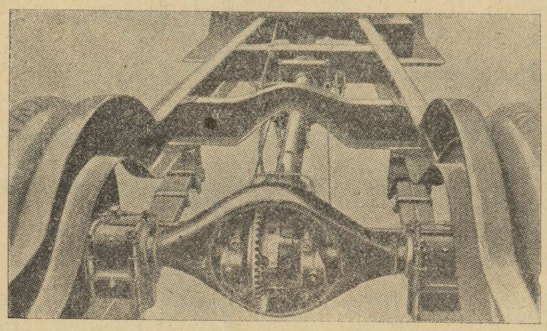
Joon. 651. „Banjo"-tagasild.

duste külge on omakorda keevitatud jätkud rattalaagrite ja piduriketta asetamiseks. Mõlemad koonilised äärikud kinnitatakse tagasilla keskosa külge poltidega.

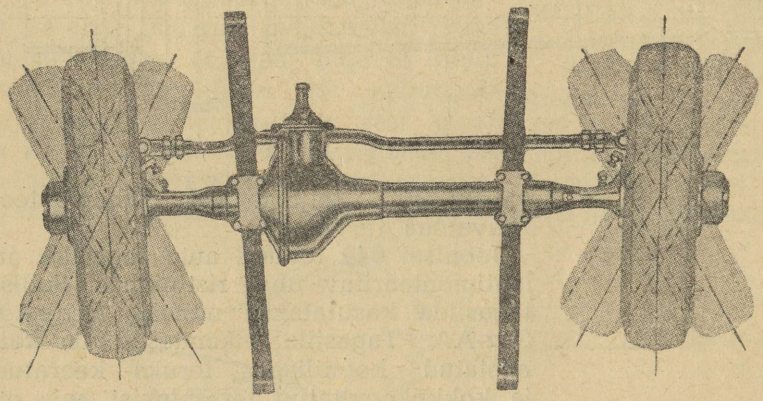
Teljesuunas risti lahtimonteeritavate tagasildade puuduseks on see, et juurdepääs pea-ajamile ja diferentsiaalile, kasvõi nende kontrollimiseks või pea-ajami hambumise reguleerimiseks, võimaldub ainult peale tagasilla mahaja lahtimonteerimist.

„Banjo"-tagasild moodustab tervikliku kesta, millele diferentsiaal ei toetu, vaid toetub tagasilla ees asetsevale terasvalu pea-ajami kestale (joon. 651). See võimaldab pääsu diferentsiaali ja pea-ajami juurde, ilma et tarvitseks tervet tagasilda maha monteerida, vaid piisab diferentsiaali kattekaane mahavõtmisest (joon. 652); sealjuures võimaldub kogu diferentsiaali väljavõtmine peale mõlema pooltelje väljatõmbamist. Teisest küljest võimaldub tagasilla mahamonteerimine, ilma et oleks vaja diferentsiaali maha võtta.

Auto eessillad on ehituselt kergemad, kuid taolised tagasillaga. Kuna jõu ülekandmine ei toimu siia silla keskkohalt, asetseb eessilla diferentsiaali asukoht ühel poolel (joon. 653), mistõttu üks pool on lühem kui teine.



Joon. 652. „Banjo"-tagasild mahavõetud diferentsiaali kattekaanega.



Joon. 653. Eessild.

VEDRUD

Vedrude otstarve

Autot ei kasutata mitte ainult headel, vaid ka auklikel ja konarlikel teedel. Et kõik teekonaruse tõuked ei kanduks üle ratastelt autokerele, asetatakse auto rataste ja raami vahele vedrud. Vedrude kasutamisele võtmisega ei tõsteta ainult sõiduautos sõitjate sõidumugavust, ei hoita veoautodel veetavaid õrnu esemeid purunemise eest, vaid kaitstakse ka auto üksikmehhanisme, seadmeid ja keret liigse rappumise eest, pikendades nende iga.

Vedrudel lasub auto raskus, nad peavad vastu võtma sõidul tekkivaid tõukeid ning sageli kasutatakse neid veojõu üleandmiseks autoraamile.

Autokere rappuvus sõltub auto vetrumata ja vetrutud masside vahekorrast. Mida väiksem on auto vetrumata mass võrreldes vetrutud massiga, seda vähema rappuvusega toimub sõit. Seda on igaüks meist tundnud, kes on veoautoga sõitnud tühjalt ja täiskoormaga sama teed. Täiskoormaga sõites rappub veoauto kere palju vähem kui tühjalt sõites.

Auto vetruvusele on palju kaasa aidanud õhuga täispumbatavate kummirehvide kasutamisele võtmine, mis tugevalt leevendavad teekonarusest tekkivaid tõukeid. See on eriti tuntav madalsurve

balloonrehvide kasutamisele võtmisega sõiduautodel, kuid siiski peavetrumise ülesanne lasub vedrudel.

Korraliku vetruvuse probleemi lahendamine on veel selle tõttu raskendatud, et vedrud peavad võimaldama korralikku vetrumist igasuguses auto töötamisolukorras. Samas sõidab auto tühjalt, samas ülekoormatult, samas toimub sõit täiskiirusega, hetk hiljem aeglaselt, pealegi muutuval teekonnal siledast asfaldist kuni auklike külavaheteedeni. Vedrud aga peavad igas olukorras pehmelt vetruma, ei tohi auklikel teedel „läbi lüüa", ei tohi võimaldada rataste õhkutõusmist teekonaruste tõugetest.

Vetrumiseks vajaliku elastsuse saamiseks peavad vedrud olema valmistatud kõrgeväärtuslikust elastsest terasest, milleks kasutatakse peamiselt mangaanräni- ja kroomräniteraseid.

Piki-lehtvedrud

Praegu kõige enam kasutatavad vedrud nii sõidu- kui ka veoautodel on lehtvedrud. Viimasel ajal on rohkesti võetud kasutamisele, peamiselt sõltumatult õõtsuvate telgedega autodel, ka kruvivedrud. Harvem kasutatavad on varras- või väändevedrud (torsioonvedrud), mida leidub mõnel sõiduautotüübil, ning kummipneumaatilised vedrud ja õlipneumaatilised vedrud, mis on alles katsetamise järgus.

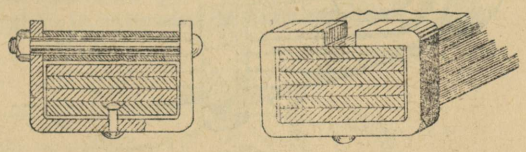
Lehtvedru koosneb mitmest üksteisel lasuvast vedrulehest (joon. 654), millede arv, laius ja paksus sõltub vedrule kandmiseks määratud koormusest ja vedrult nõutud elastsusest.



Joon. 654. Vedru.

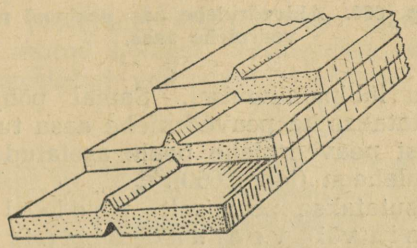
Vedru pikim leht, mille kaudu toimub ühtlasi selle kinnitus autoraamiga, nimetatakse pealeheks. Mõnikord asetatakse pealehe alla üks või kaks sama pikka abilehte, mis aitavad pealehte tugevdada.

Et vedrulehed ei saaks üksteise suhtes nihkuda, puuritakse kõikidesse vedrulehtedesse vedrulehe keskkohta augud ja sidestatakse vedrulehed vedrukeskpoldiga. Vedrulehtede külgnihkumise vältimiseks asetatakse vedrule kammitsad, millede otsad kinnitatakse poldiga (joon. 655). Sageli needitakse kammitsad vedrudele külge, et need kohalt ei nihkuks. Külgnihkumise vältimiseks kasutatakse vedrulehtedeks ühelt poolt soonilise, teiselt poolt kühmulise profiiliga lehtterast (joon. 656).

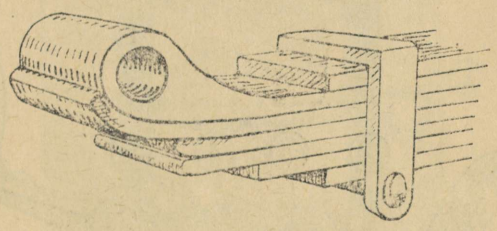


Joon. 655. Vedrukammits.

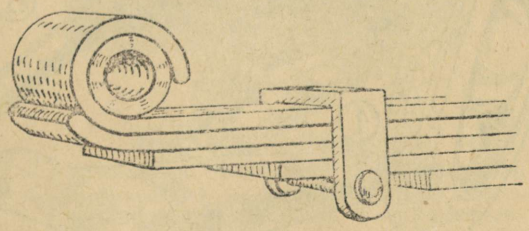
Peavedrulehe otsad keeratakse aasalisteks (joon. 654), mille kaudu toimub vedru kinnitamine autoraamiga. Kasutatakse ka seotult sepistatud aasu, peamiselt vedrudes, kus toimub veojõu ülekandmine vedrude kaudu (joon. 657). Aasu tugevdatakse peavedrulehe all oleva abivedrulehe otste pikendamisega ja kumeraks tegemisega (joon. 658) aasa toeta-



Joon. 656. Kühmulise profiiliga vedrulehed.

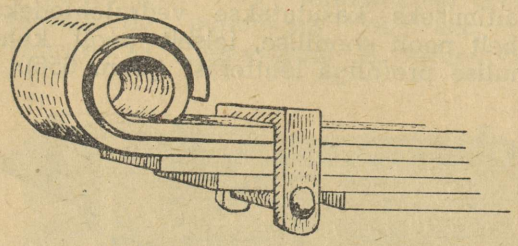


Joon. 657. Seotult sepistatud vedruaas.

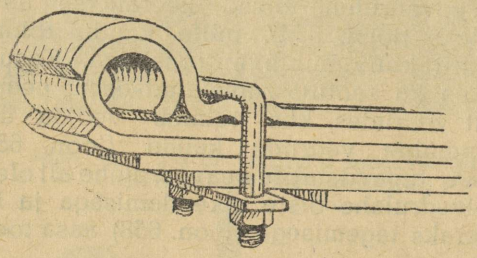


Joon. 658. Abivedrulehe poolt toetatud aas.

miseks või keeratakse abivedrulehe otsad ümber aasa (joon. 659). Viimasel juhul peab abivedru aasa ja peavedrulehe aasa vahele jääma väike vahe peavedrulehe pikenemise võimaldamiseks



Joon. 659. Peavedrulehe aas ümbritsetud abivedrulehe aasa poolt.



Joon. 660. Abivedrulehe aas pealpool peavedrulehe aasa.

vedru läbipaindumisel. Samal põhjusel kasutatakse ka peavedrulehe aasa tugevdamist peavedrulehe peale asetatud abivedrulehega (joon. 660).

Kasutatakse peamiselt pool-elliptilisi või veerand-elliptilisi lehtvedrusid (joon. 661).

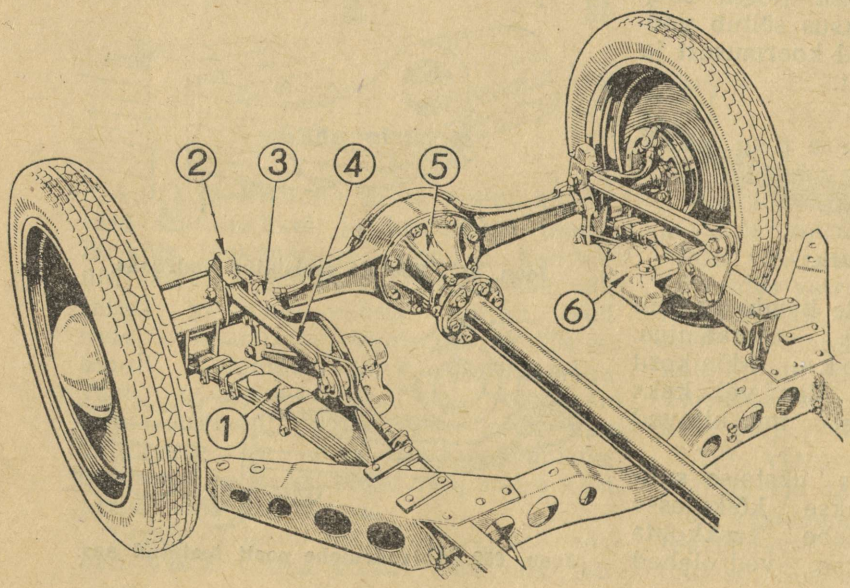
Vedru kinnitatakse autoraami külge vedrupoldi ja vedrukiige abil.

Tavaliselt on auto eesvedrud oma eespoolse otsaga ühendatud raamiga kindlalt, sest vedru eespoolse poole kaudu toimub vedru külge kinnitatud eestelje „kaasatõmbamine". Samuti toimub eesrataste pidurdamisel esinevate jõudude ülekandmine eesteljelt autoraamile vedru eespoolse poole kaudu (joon. 662). Eesvedrude tagapoolne ots on seotud autoraamiga vedrukiige kaudu, mis võimaldab ühenduskoha järeleandmist vedru läbipaindumisel esinevale vedru pikenemisele.

Kui veojõu ülekandmine auto tagateljelt raamile toimub tagavedrude kaudu, siis ühendatakse tagavedrude eespoolne ots samuti kindlalt autoraamiga, kuna vedru tagaots ühendatakse raamiga vedrukiige kaudu (joon. 662). Sel puhul tagasild õõtsub vedrude eesotste kinnitus-keskpunkte läbiva telgjoone suhtes; ning kardaanvõlli ehitus peab võimaldama selle pikenemist ja lühenemist tagasilla õõtsumisel.

Juhul, kus veojõu ülekandmine ei toimu tagavedrude kaudu, kasutatakse tagavedrude mõlemas otsas vedrukiiki.

Eesvedrude eesotsa kindel sidestus toimub kas otseselt autoraami eesotsaga või raami eesotsa pikendust moodustava kronsteiniga (joon. 663). Siin asetatakse vedru aas kronsteini vahele ja sidestatakse vedrupoldiga. Eesvedru tagumise otsa vedrukiik sidestatakse auto-



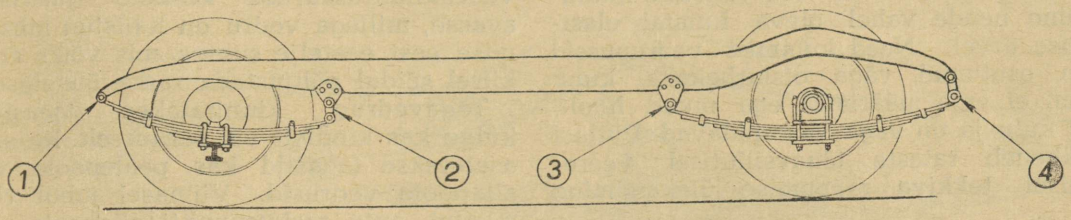
Joon. 661. Tagasild toetatud veerand-elliptiliste vedrudega.

1 — veerand-elliptiline vedru, 2 — kummipuhver, 3 — õlipiduri toru, 4 — tagasilla õõtshoob, 5 — tagasild, 6 — amortisaator.

raami külge kinnitatud kronsteiniga (joon. 662).

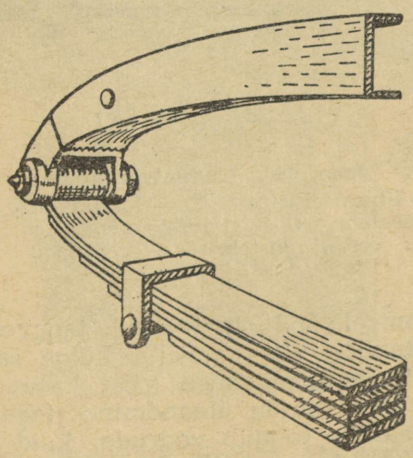
Auto tagavedru eesotsa kindel sidestus toimub samuti raami külge kinnitatud kronsteiniga. Sõiduautode tagavedrude tagumise otsa vedrukiik sidestatakse otseselt autoraami tagaotsaga, veoautodel aga, kus tagavedru tagumine ots ei ulatu autoraami tagaotsani, sidestatakse see raami külge kinnitatud vedrukronsteiniga.

Keermestatud vedrupoldil püsib ka määre paremini hõõrdepindade vahel. Kuid kasutatakse ka siledapinnalisi vedrupolte, milledele asetatakse pronksist vedrupussid. Vedrupoltide sisse on puuritud ava määrde viimiseks hõõrdepindade vahele, milleks asetatakse vedrupoldile määrdenippel. Mõlemale poole vedrupussi asetatakse vilt-tihendid kaitseks pori pääsemise vastu vedrupoldi ja -pussi hõõrdepindade vahele.



Joon. 662. Vedrude kinnitus raamile.
1 — kindel sidestus, 2 — vedrukiik, 3 — kindel sidestus, 4 — vedrukiik.

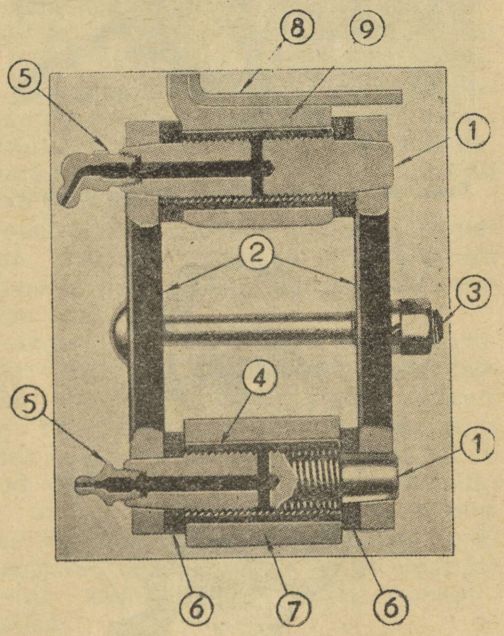
Vedrukiik (joon. 664) koosneb kahest vedrupoldist, mis on ühendatud kahe külgplaadiga. Külgplaate hoiab koos sidestuspolt. Vedrupoldid on vahel keermestatud ning asetsevad keermestatud teraspussis, nn. vedrupussis. Pealmise vedrupoldi puss toetub autoraami külge kinnitatud vedrukronsteinile, alumine on surutud vedrupealehe aasa. Vetrumisel tekkiva vedrukiige õõtsumisel toimub mõlema vedrupoldi pööramine vedrupusside suhtes. Vedrupoldid ongi keermestatud, et väiksemate poldimõõtede juures saada suuremat hõõrdepinda ja vähendada seega vedrupoldi kuluvust.



Joon. 663. Vedru eesotsa kinnitus raamiga.

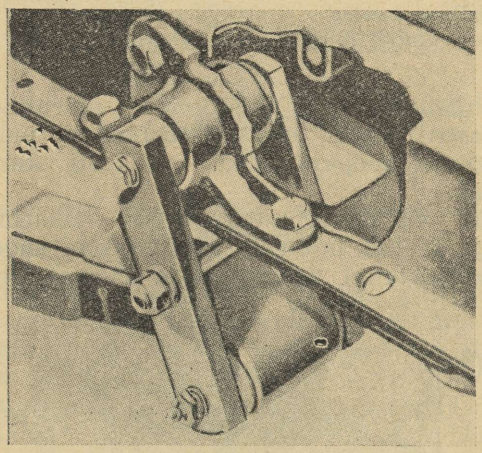
Joonisel 665 on toodud vedrukiige konstruktsioon, mis on eelmisest palju lihtsam, seepärast ka rohkesti kasutatav.

Et vabaneda vedrupoltide määrimisega seotud hoolest, kasutatakse sageli keermestatud vedrupusside asemel, pea-

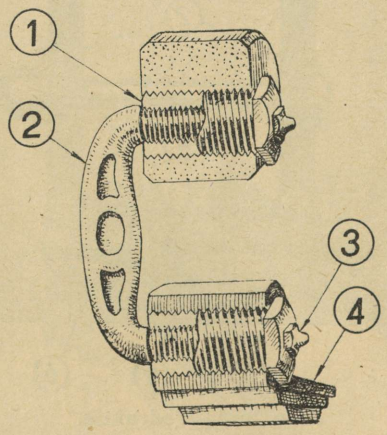


Joon. 664. Vedrukiik.
1 — keermestatud vedrupolt, 2 — külgplaat, 3 — sidestuspolt, 4 — keermestatud teraspuss, 5 — määrdenippel, 6 — tihend, 7 — vedrupealeht, 8 — autoraam, 9 — vedrukronstein.

miselt sõiduautodel, kummist vedrupusse, nn. silentplokki (joon. 666). See koosneb kahest õhukesest terastorust pussist, millede vahel on vulkaniseeritud kummi; sisemisel torul on hambulised otsad, milledega see kinnitatakse liikumatuks sidestuspoldi abil vedrukiige mõlema külgplaadi vahele. Väline toru surutakse tihedalt kas vedrukronsteini või vedrupealehe aasa. Vedrukiige õõtsumisel toimub silentploki sisemise ja välimise toru vaheline nihkumine nende vahel oleva kummi elastsuse arvel. Need kummist vedrupussid on osutunud väga otstarbekaks, kuna nad ei vaja määrimist ega muud hoolt, ei kulu ja on väga vastupidavad. Ühtlasi väheneb rataste tänavsillutisel veeremisel tekkiva rappumise ülekandmine



Joon. 664-a. Vedrukiige kinnitus raamile.



Joon. 665. Vedrukiik.

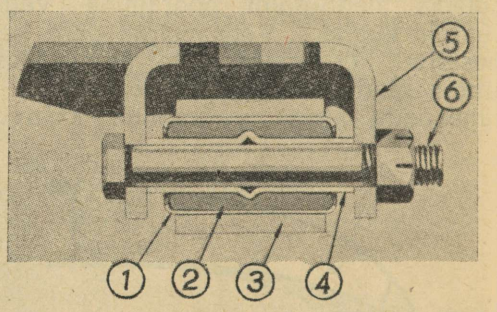
1 — keermestatud puss, 2 — vedrukiik, 3 — määrdenippel, 4 — vedru.

autokerele. Selliseid kummist vedrupusse kasutatakse näiteks sõiduautol Gaz M-1.

Eesvedrud kinnitatakse eestelje külge vedruklambritega. Sealjuures võib vedru asetada pealpool või allpool eestelge (joon. 662). Vedru ja klambrite vahele asetatakse tugiplaat, mis takistab vedru nihkumist telje suhtes. Vedru keskpolt ulatub läbi selle plaadi. Ühtlasi ulatub vedru keskpoldi teine ots eestelje vedrukinnitusääriku keskele puuritud avasse, millega vedru on kaitstud nihkumise eest eestelje suhtes, mis võiks eriti kiirel sõidul põhjustada raske õnnetuse.

Tagavedrud kinnitatakse tagasilla külge kas kindlalt või šarniirselt. Ka siin asetatakse tagasild kas pealepoole või allapoole vedrusid. Viimasel juhul võimaldub auto raskuspunkti allapoole viimine.

Joonisel 667 on toodud tagavedrude kindel ühendamise viis tagasillaga. Selleks on tagasilla külge keevitatud vedrude kinnitusäärik, millele vedrud kahe vedruklambriga tugevalt kinni tõmmatakse. Kinnitamine toimub vedrudele asetatud tugiplaadi kaudu, mille avadest läbivad vedruklambrite otsad. Seda viisi kasutatakse autodel, kui veojõu ülekandmine tagateljelt raamile toimub vedrude kaudu. Sellist ühendamise viisi kasutatakse näiteks sõiduautol Zis-101.

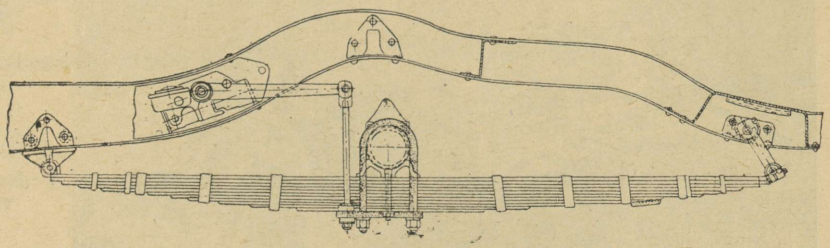


Joon. 666. Kummivedrupuss.

1 — väline terastoru, 2 — kummipuss, 3 — vedrupealeht, 4 — sisemine terastoru, 5 — vedrukronstein, 6 — vedrupolt.

Joonisel 668 on toodud tagavedrude kinnitamise viis tagasilla külge šarniirselt. Seda ühendamise viisi kasutatakse seal, kus veojõu üleandmine tagasillalt autoraamile toimub vedrude, kuid tagasilla pöördemomendi vastuvõtmine teleskooptoru kaudu. Seega saab tagasild

pöörduda vedrude suhtes. Sidestamine toimub tagasillale asetatud poolitatava vedrusadula abil, mis võib tagasillal pöörelda. Hõõrdumise vähendamiseks tuleb hõõrdepinnad määrida, milleks on ette nähtud määrdenippel. Vedru kinnitatakse vedruklambrite abil vedrusadula külge kindlalt. Vedru keskpolt takistab vedru nihkumist tagasilla suhtes. Sellist ühendamise viisi kasutatakse näiteks autodel Gaz M-1 ja Gaz-64.

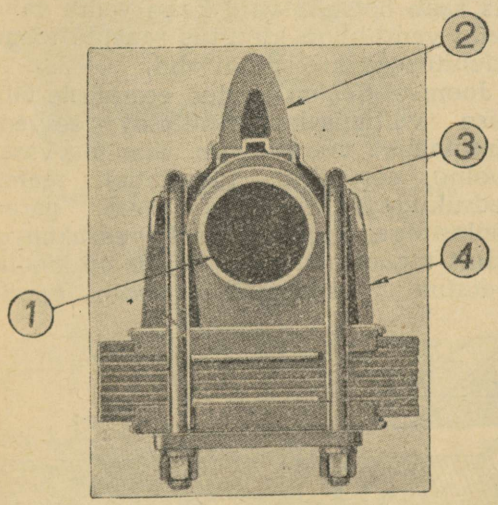


Joon. 667. Tagavedru kinnitus sõiduautol Zis-101.

Vedrud asetatakse kas autoraami alla või väljaspoolsele küljele. Vedrude asetust raami all kasutatakse sõiduautodel ja veoautode eesvedrudel, harvem veoauto tagavedrudel. Veoauto, samuti autobuse tagavedrud seevastu asetatakse peamiselt raami väljaspoolsele küljele.

Joonisel 652 on toodud veoauto alus raami alla paigutatud tagavedrudega.

Joonisel 669 on toodud autoraami küljele paigutatud tagavedru. Vedru eesots on toetatud kindlalt raami külge kinnitatud kronsteinile, tagaots õõtsub vedrukiigel. See vedru erineb eespool-toodutest veel selle poolest, et talle on paigutatud abivedru, mis astub tegevusse, toetudes tema jaoks eraldi raami külge kinnitatud tugedele, siis kui auto on täiskoormatud. Tühisõidul või osaliselt koormatult töötab vaid peamine vedru. Seega saavutatakse pehme vetrumine nii osalisel koormusel kui ka täiskoormusel, see üleminek toimub aga astmeliselt. Sellist vedru kasutatakse näiteks veoautol Zis-5.



Joon. 668. Tagavedru kinnitus vedrusadulaga.
1 — tagasild, 2 — kummipuhver, 3 — vedruklamber, 4 — vedrusadul.

Joonisel 670 toodud vedrul saavutatakse pehme vetrumine igasugusel auto koormatusel sel teel, et alumised vedrulehed on vastupidise kumerusega ning astuvad järk-järgult tegevusse koormuse suurenemisel. See on nn. progressiivse mõjuga vedru.

Joonisel 671 toodud vedrul saavutatakse pehme vetrumine igasugusel koormusel sel teel, et vedru läbipaindumisel on vedru mõlemale otsale antud võimalus nihkuda vedrukronsteini suhtes. Seega on vedru toetuskoht kronsteiniga muutuv, tähendab, vedru koormamisel väheneb selle töötamise pikkus, mistõttu vedru elastsus väheneb.

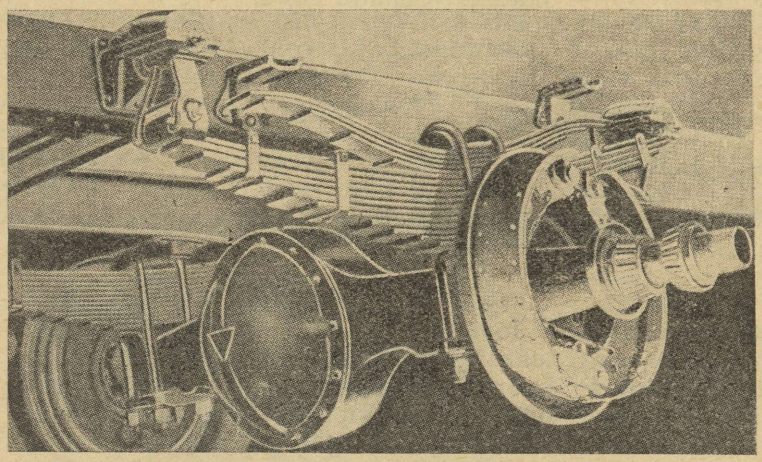
Joonisel 672 toodud vedrul saavutatakse pehme vetrumine lisaks vedru töötamise pikkuse muutumisele veel abivedru abil.

Joonisel 673 on toodud nn. k a n t i l e v e r v e d r u, mida kasutatakse mõnede kergeveoautode tagavedrudena. Siin on vedru kindlaks tugipunktiks vedru keskkoht, mis on šarniirselt kinnitatud vedrukronsteinile, kuna vedru üks ots toetub raamile vedrukiige kaudu, teine vedruots aga on ühendatud tagasillaga vedrusadula abil. Sellist vedrude asetust kasutatakse näiteks veoautol Gaz-AA.

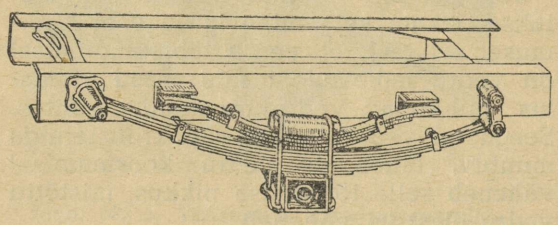
Erandjuhtudel kasutatakse mõnel autotüübil veerand-elliptilisi vedrusid (joon. 674), peamiselt väikestel sõiduautodel, kus pool-elliptiliste vedrude paigutamiseks pole ruumi.

Mõnedel autodel on vastupidi eespool nimetatud viisile eesvedrud kinnitatud raami külge eesotsast vedrukiigega, tagaotsast aga kindlalt vedrukronsteiniga (joon. 675). See on tehtud selleks, et vältida eestelje vetrumisel tekkida võivat eesrataste vibamist, mis vastupidisel vedru kinnitamise viisi juures võib juhtuda, kus eestelg õõtsub raami eesotsa suhtes, millega telg on vedru kaudu seotud, kääntteljehoob aga õõtsub roolisõrme suhtes, mis asetseb teisel pool telge, olles sellega seotud juhtvarda kaudu. Siin kirjeldatud vedru kinnitamise viisi juures ühtivad enam-vähem mõlemad punktid, mille suhtes toimub nii telje kui ka kääntteljehoova õõtsumine. Seega ei saa selle tõttu rataste vibamist tekkida.

Eesrataste vibamise vältimiseks kasu-



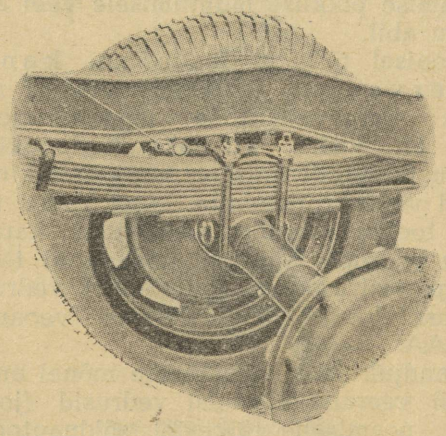
Joon. 669. Tagavedru abivedruga autoraami küljel.



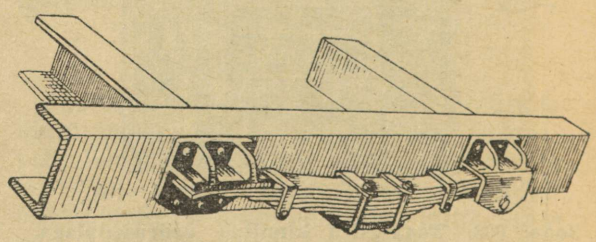
Joon. 669-a. Veoauto Zis-5 tagavedru.

tatakse eesvedrude raamiga kinnitamisel ka teisi viise. Joonisel 676 on selleks eesvedrude eesotsad sidestatud autoraami eesotsaga tavalise vedrukiige abil; eesvedru tagaotsa vedrukiik on erikonstruktsiooniga, kus alumine vedrupolt, mille külge on kinnitatud eesvedru tagaots, saab õõtsuda vaid kahe vedru vahel. Selle vedrukiige kinnitus raamile toimub eriehitusega kronsteini abil.

Joonisel 677 on toodud eesrataste vibamise vältimiseks kasutatav eesvedru kinnitamise viis raamile. Siin on vasakpoolne eesvedru kinnitatud raamile vedrukiigega mõlemas otsas, parempoolne aga, nagu tavaliselt vedrukiigega, ainult tagaotsast, kuna eesots on kindlalt toetatud. Vasakpoolse vedru eesotsa

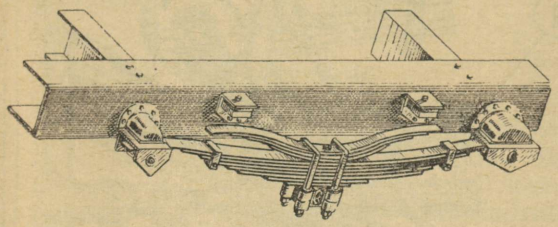


Joon. 670. Progressiivse mõjuga vedru.

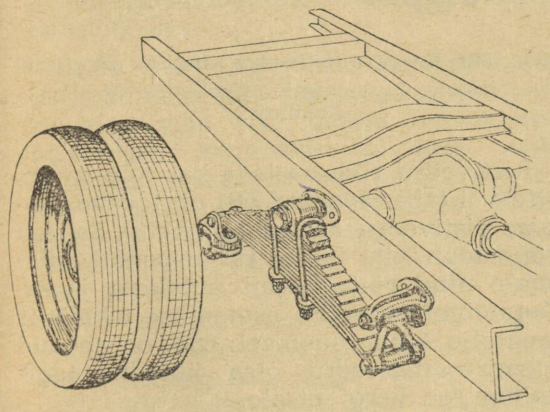


Joon. 671. Progressiivse mõjuga vedru.

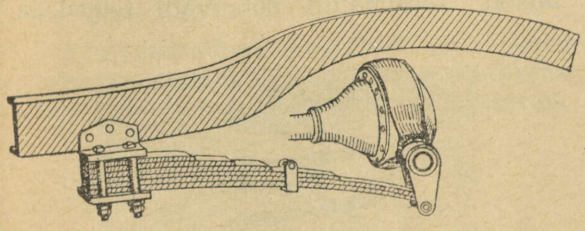
vedrukiik on pikendatud allapoole alumist vedrupolti ning toetub selle pikendusega, mõlemapoolselt vedrutatud, kronsteinile, mis moodustab autoraami eesotsa pikenduse. Vasakpoolse eesvedru järeleandmine eespoolse vedrukiige pikenduse asetumisel vetruvalt rikub resonantsi tekkimist eesrataste vibamisel. Sellist eesrataste vibamise vältimise moodust kasutatakse sõiduautol Zis-101.



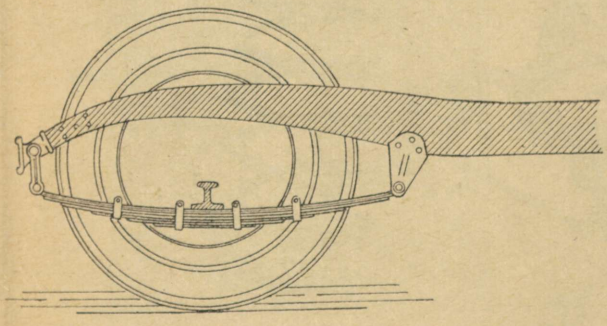
Joon. 672. Progressiivse mõjuga ja abivedruga vedru.



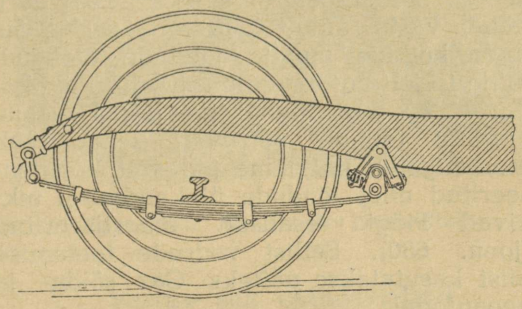
Joon. 673. Kantilevervedru Gaz-AA.



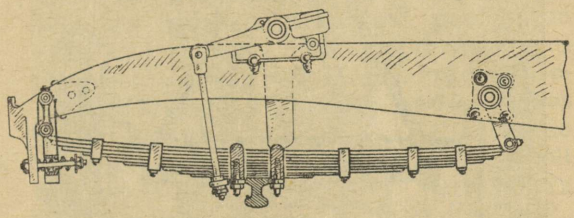
Joon. 674. Veerand-elliptiline vedru.



Joon. 675. Eesvedru eesots vedrukiigega.



Joon. 676. Vibamist vaigistav eesvedru kinnitamise viis.



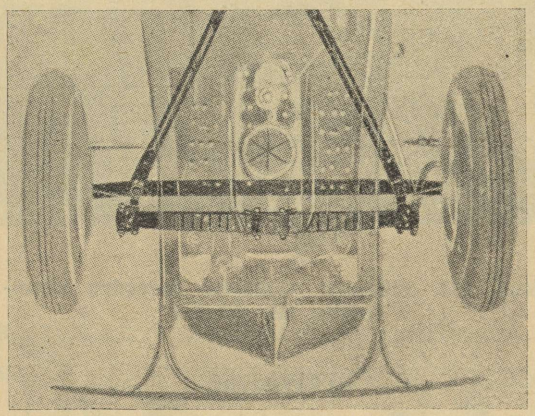
Joon. 677. Vibamist vaigistav eesvedru kinnitamise viis Zis-101.

Ristivedrud

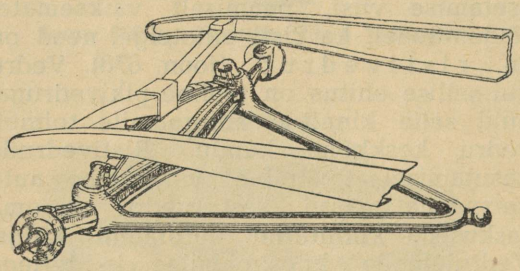
Erinevalt siintoodud vedrude asetamise viisile piki autotelge, nn. pikivedrudele, kasutatakse ka vedrude asetamise viisi, peamiselt väiksematel sõiduautodel, ka risti autotelge, need on nn. ristivedrud (joon. 678). Vedru kui sellise ehitus on taoline pikivedruga, kuid selle kinnitus autoraamile toimub vedru keskkoha kaudu. Ristivedrude kasutamisele võtmine vähendab auto vetrumata masse, sest vedru on oma raskusega kinnitatud autoraami külge. Vedrulehtede kooshoidmine ja teljega kinnitamine on analoogiline pikivedruga.

Ristivedrude juures ei saa toimuda veojõu ülekandmine tagateljelt autoraamile või eestelje kaasatõmbamine, samuti pidurdamisel tekkivate jõudude ülekandmine vedrude kaudu, vaid selleks tuleb telge eraldi toetada, kuid selliselt, et võimalduks telje õõtsumine vetrumisel. Tagateljel, kui veojõu ülekandmine toimub tagarataste kaudu, toimub see tõuketoru abil (vaata lk. 278).

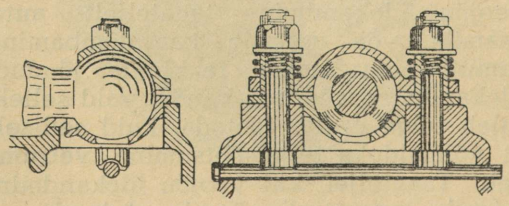
Joonisel 679 toodud viisil toimub see eesteljel nn. tugikolmnurga abil, mille harud on kinnitatud eestelje külge, tugikolmnurga tipp aga lõpeb munaliigendiga, mis toetub autoraami külge kinnitatud pesasse. Seega saab eestelg õõtsuda selle munaliigendi suhtes, ristivedru võtab vastu ainult autokere raskusjõu, kuna kõikide muude jõudude ülekandmine teljelt autoraamile toimub tugikolmnurga kaudu. Munaliigendipesa kaane kinnitus toimub vetruvalt, seega saab munaliigendi kulumine pidevalt kompenseeritud ning jõudude ülekandmisel tekkivad löögid osaliselt amortiseeritud (joon. 680). Sellist vedrude toetamise viisi kasutatakse näiteks Gaz sõidu- ja veoautodel.



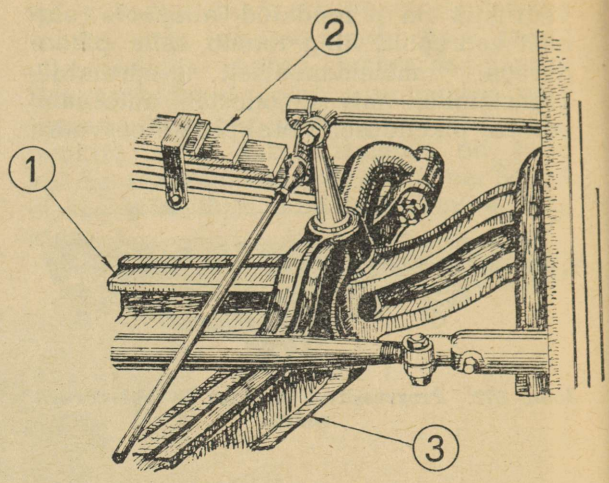
Joon. 678. Ristivedru.



Joon. 679. Ristivedru ja tugikolmnurk.



Joon. 680. Tugikolmnurga munaliigendipesa.

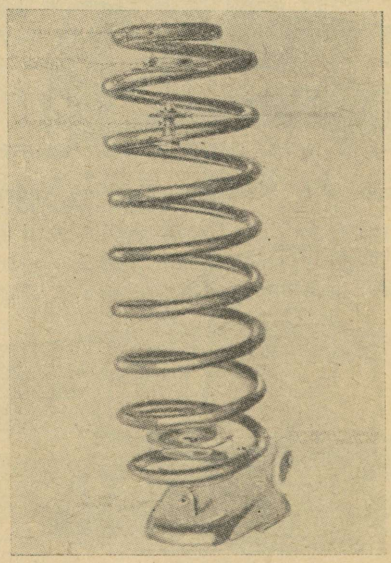


Joon. 681. Eesmise ristivedru kinnitus eesteljega.
1 — eestelg, 2 — eesmine ristivedru, 3 — tugikolmnurk.

Ristivedru võib asetada kas telje peale, ette või taha. Joonisel 681 on toodud eesmise ristivedru asetus telje ette. Sellega võimaldub viia auto raskuspunkti allapoole ning võita ruumi autokere jaoks. Tagumine ristivedru asetatakse tavaliselt tagatelje taha. Joonisel 681 on toodud eesmise ristivedru otsa kinnitus tugikolmnurga hargi otsale.

Ristivedrusid kasutatakse rohkesti sõltumatult õõtsuvate telgedega autodel.

Kruvivedrusid kasutatakse peamiselt sõltumatult õõtsuvate telgedega



Joon. 682. Kruvivedru.

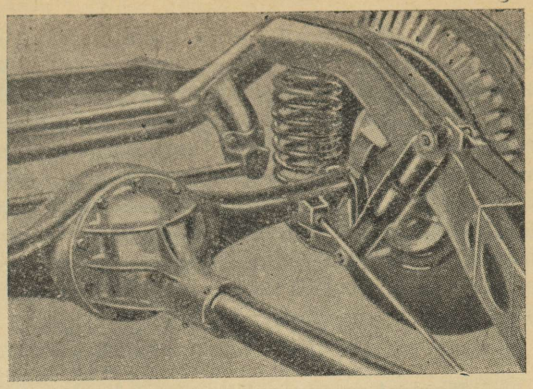
sõiduautodel. Kruvivedru moodustab mitmekeerdeliselt rõngasse keeratud, tavaliselt ümmarguse profiiliga terasvarras. Keerded on suuremalt osalt keeratud silindriliselt (joon. 682), harvem kooniliselt.

Kruvivedrud

Kruvivedrudel on võrreldes lehtvedrudega hulk paremusi, seepärast on nad viimasel ajal sõiduautodel rohkesti kasutatavad. Võib öelda, et kruvivedrude tõttu võimaldub üldse ehitada praegusajal rohkesti levinud sõltumatult õõtsuvate telgedega sõiduautosid nende praeguses täiuslikkuses.

Sama vetruvuse juures on kruvivedru palju kergem, selle paigutus ei vaja palju ruumi, mis on eriti oluline väikeautode ehitamisel; kruvivedru ei vaja erilist hoolt ega määrimist, see ei haara tolmu, sest ta pole määrdene või õline. Kruvivedru on hõlpsalt puhastatav. Kruvivedru vajab aga tugevamaid amortisaatoreid, sest lehtvedru üksikute lehtede vahel tekkiv hõõrdumine, mis mõjub amortiseerivalt vetruvusele, puudub siin täielikult. Kruvivedru, nagu ristilehtvedrugi saab võtta vastu ainult auto raskusjõudu. Veojõu ja pidurdamisjõu ülekandmiseks peavad auto teljed olema eriti tugistatud. Joonisel 683 on toodud kruvivedru asetus tagasillal.

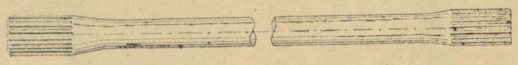
Kruvivedrudega teostatud auto vetrumise konstruktsioone käsitleme sõltumatult õõtsuvate telgede tundmaõppimisel.



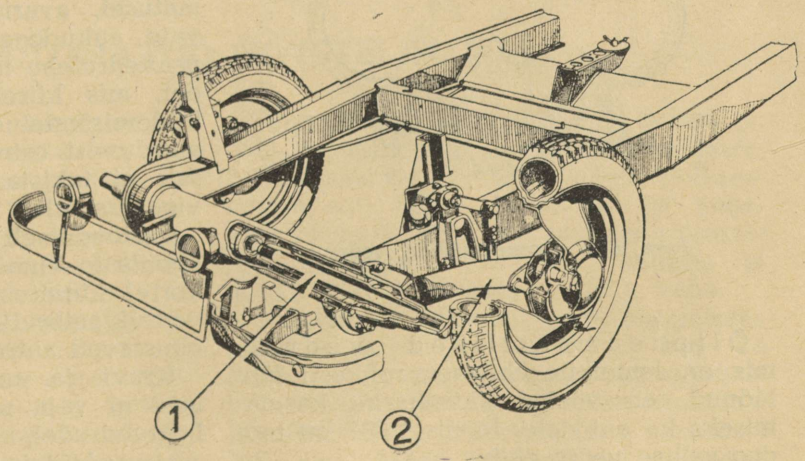
Joon. 683. Kruvivedru tagasillal.

Varras- ehk väändevedrud

Varras- ehk väändevedrusid kasutatakse mõnedel väikesõiduautodel, milleks see oma lihtsuse ja kerguse poolest on eriti otstarbekas. Selle moodustab eriti elastsest terasest sirge ümmarguse profiiliga varras, mille pikkus vastab umbes auto pooltelje pikkusele. Selle varda otsad on natuke jämedamad kui keskelt ning soonitatud (joon. 684). Varrasvedru üks soonitatud ots kinnitatakse auto raami keskel asetseva kindla toega, teine ots õõtshoovaga, millel asetseb ratas oma teljel (joon. 685). Õõtshoob aga ei toetu varrasvedrule, vaid autoraamil olevatele



Joon. 684. Varrasvedru.

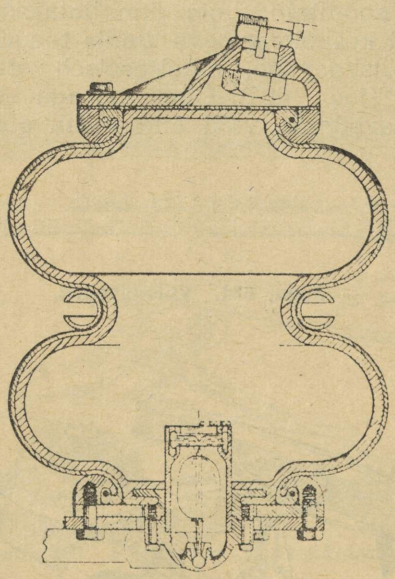


Joon. 685. Varrasvedru asend.
1 — varrasvedru, 2 — õõtshoob.

laagritele. Õõtshoova õõtsumisel töötab varrasvedru väändele, andes sellega vajaliku vetrumise õõtshoovale. Joonisel 685 on toodud varrasvedrude asetus eesrattaveoga auto tagaratastel. Varrasvedru asetatakse kohale eelpinge all. Ümmarguse täisprofiili asemel kasutatakse ka toru-varrasvedrusid ning vajaliku ühe pika varrasvedru asemel kokkuehitatud täisprofiilvarras toruprofiilvarda sees.

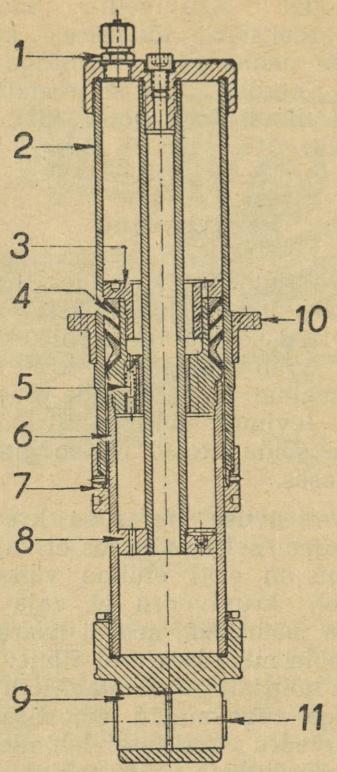
Kummi-pneumaatilised vedrud

Kummi-pneumaatilised vedrud on ehitatud katseliselt ning pole veel suuremal hulgal autodel kasutatavad. See koosneb 2 at rõhu all õhuga täidetud kummist lõõtsast, mis on pehmelt vetruv (joon. 686). Lõõtsa ülemises osas on ventiil, mis sulgub lõõtsa koormamisel, takistades sealt õhule väljapääsu tagavaraõhuanumasse. Sellega saavutatakse koormusel lõõtsa vastupanu tõusu kokkusurutavusele.



Joon. 686. Pneumaatiline vedru.

Õli-pneumaatilised vedrud, mis on lennukite ehituses rohkesti läbi löönud, on võetud katseliseks kasutamiseks ka autodele. Joonisel 687 on toodud sellise vedru ehitus.



Joon. 687. Õli-pneumaatiline vedru.
1 — suruõhu sisselaskeventiil, 2 — suruõhusilinder, 3 — suruõhukolb, 4 — kolvitihend, 5 — õli tagasivoolamise ventiil, 6 — õlisilinder, 7 — juhtpuks, 8 — õlikolb, 9 — kummipuss, 10 — kinnituskoht raamiga, 11 — kinnituskoht teljega.

Vedrude rikked, korrashoid ja töötamine

Praegusaja autodel esineb harva vedrude rikkeid. Neid tekib auto ülekoormatusel, avariikokkupõrgetel ning sügavate aukudega teedel sõites. Ohtlik on peavedrulehe murdumine, eriti eesvedrudel, mis kiirel sõidul võib põhjustada liiklemisõnnetuse. Alumiste vedrulehtede murdumist esineb harvem ning see otseselt ei takista auto edasisõitmist, kuigi vigastus tuleb peatselt kõrvaldada.

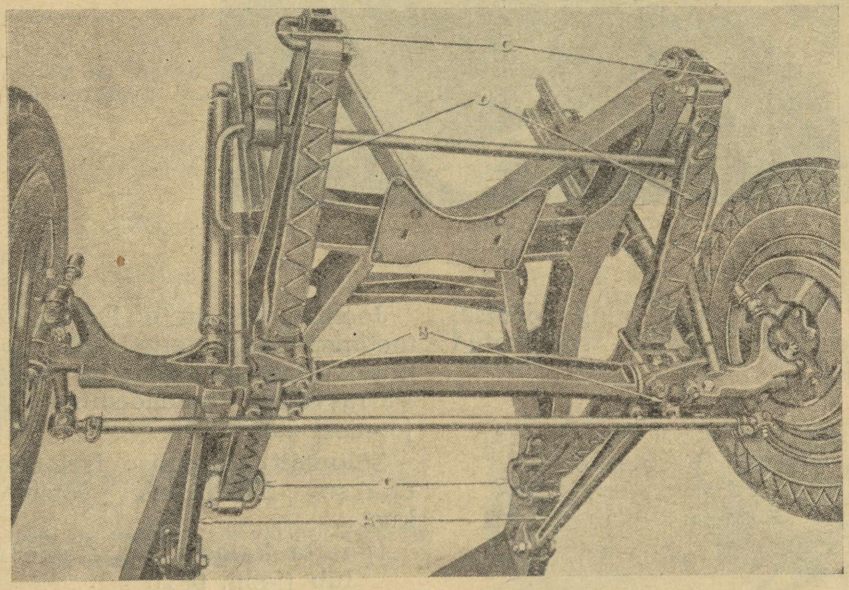
Perioodiliselt tuleb kontrollida vedruklambrite kinnitust teljele ning vajaduse korral kinnitusmutrid pinetada. Lahtised vedruklambrid eesteljel raskendavad ja ohustavad auto juhtimist.

Kruvi- ja varrasvedrud erilist hooldamist ei vaja peale korralikku pesemist. Lehtvedrudel, kus kuluvate kohtadena on vedrupoldid ja pussid, tuleb neid perioo-

diliselt määrida, et pikendada nende töötamise iga. Pealegi pritsib poriselt teelt alaliselt muda vedrudele ning mudavesi satub vedrupoltidele ja pussidele, moodustades seal kokkupuutel määrdega teralise pasta, mis tugevalt kulutab vedrupolte ja pusse. Selle mudase määrde kõrvaldamine toimub uue määrde pressimise teel vedrupoldi ja pussi vahele, mis toimub määrdepressi abil vedrupoltidel ettenähtud määrdeniplite kaudu.

Ka üksikud vedrulehed nihkuvad vetrumisel üksteise suhtes, seepärast on ka siin vajalik hõõrdumise ja kuluvuse vähendamiseks vedrulehti määrida. Määrimata või roostetunud vedrud ei vetru nii elastselt kui määritult. Määrimiseks kasutada määrde ja grafiidi segu, mis asetatakse vedrulehtede vahele. Seda on kõige parem teostada autokere ülestõstmisel, nii et vedrud koormamatult ripuvad.

Sageli kaetakse lehtvedrud pori ja tolmu kaitseks nahast või plekist kattega (joon. 687-a).

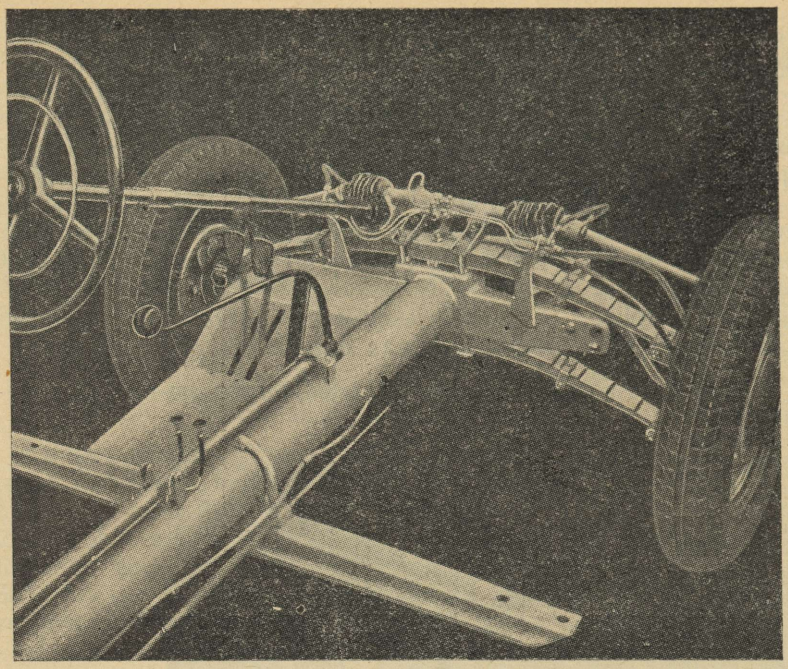


Joon. 687-a. Vedrud kaetud nahast kattega.
A — õõtshoob, B — vedrusadul, C — vedrukiik, D — vedrukate.

SÕLTUMATUD ÕÕTSTELJED

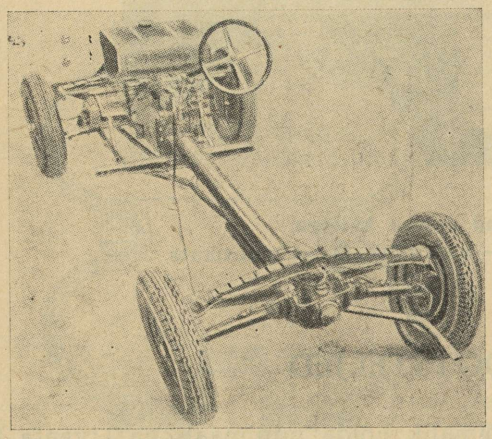
Sõltumatute õõtstelgede kasutamisele võtmine praegusaja sõiduautodel on suuresti kaasa aidanud juhtimiskindluse ja sõidumugavuse tõstmiseks. Sõidumugavus on tõusnud just selle arvel, et sõltumatute õõtstelgede puhul ei andu teekonaruse tõuked üle autokerele sel määral, kui terviktelgedega autodel, sest siin võimaldub konarlikel teedel sõites iga ratta õõtsumine teisi rattaid ja autokere asendit peaaegu jätta mõjutamata, millele omalt poolt aitab kaasa asjaolu, et sõltumatute õõtstelgede vetrumata massi on võimalik hoida minimaalsena (vaata lk. 296). Samuti on siin välditav auto eesrataste vibamine, mis tekib žiroskoobilisest mõjust auto kiirel sõidul, sest tee konaruse kühmule või auku sattudes sõltumatult õõtsuvate eesrataste kaldsus ei muutu üldse või muutub väga vähe.

Sõltumatute õõtstelgede vedrutamiseks kasutatakse nii lehtvedrusid kui ka kruvi- ja varrasvedrusid. Lehtvedrusid kasutatakse siin harva pikivedrudena, peamiselt aga ristivedrudena. Joonisel 688 on toodud ristivedruga toetatud

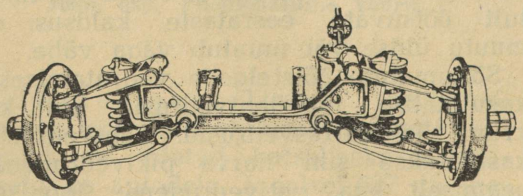


Joon. 688. Eesõõtstelg ristivedruga.

sõltumatud eesõõtsteljed ning joonisel 689 ristivedruga toetatud sõltumatud tagaõõtsteljed.



Joon. 689. Tagaõõtstelg ristivedruga.

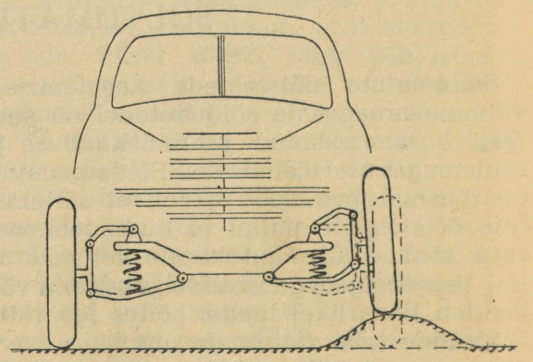


Joon. 690. Eesõõtstelg kruvivedruga.

Joonisel 690 on toodud kruvivedrudega toetatud eesõõtsteljed ning joonisel 523 kruvivedrudega toetatud tagaõõtsteljed. Varrasvedru rakendamine on toodud joonisel 685.

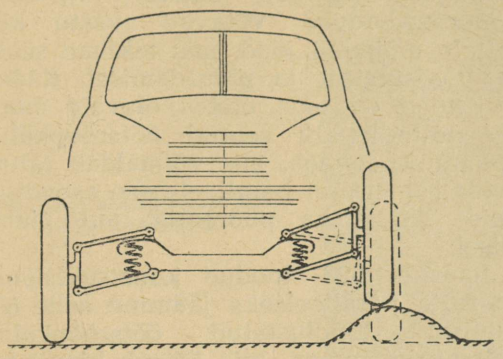
Sõltuvalt õõtsumise iseloomust, kasutatakse õõtstelgede õõtsumise viisi, kus:

1) ratta kaldsus ja rataste vahe muutub (joon. 691),
2) ratta asend jääb paralleelseks, muutub vaid rataste vahe (joon. 692),

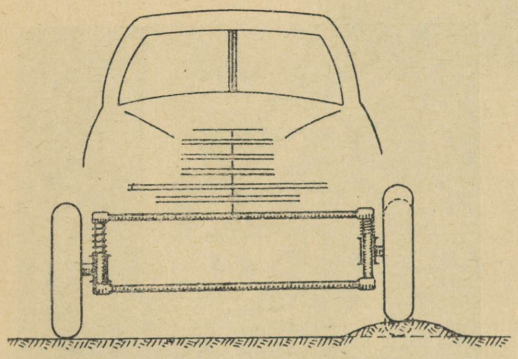


Joon. 691. Õõtstelg muutuva rataste kaldsuse ja muutuva rataste vahega.

3) ratta asend jääb paralleelseks, rataste vahe jääb muutumatuks (joon. 693),



Joon. 692. Õõtstelg muutuva rataste vahe ja jääva rataste kaldsusega.



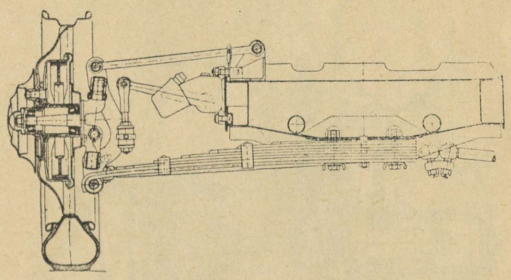
Joon. 693. Õõtstelg muutumatu rataste kaldsuse ja rataste vahega.

4) ratta asend jääb paralleelseks, samuti jääb rataste vahe muutumatuks, kuid muutub telje längsus (joon. 694).

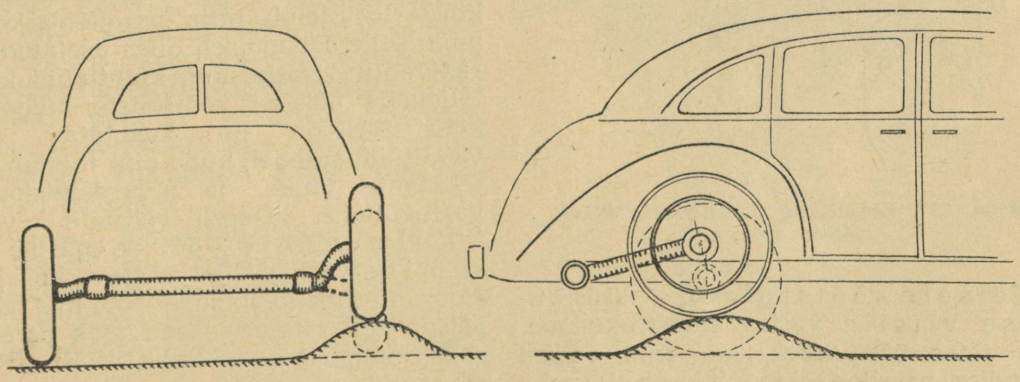
Esimesele õõtstelgede õõtsumise viisile vastav eesõõtstelgede konstruktsioon on toodud joonisel 690. Siin toimub ratta õõtsumine kahe mittevõrdse pikkusega õõtshoovaga õõtsrööpküliku najal, mis võtab vastu ratta pidurdamisel ja sõidutakistustest tekkivad jõud. Rööpküliku mõlema hoova pikkuse sobiva valikuga saavutatakse ratta kaldsuse vähest muutumist õõtsumisel, mis juhtimist tunduvalt ei mõjuta, samuti ei muutu kuigi suurtes piirides rataste vahe, mis pealegi kompenseerub kummirehvide elastsusega. Vetrumine toimub rööpküliku alumise hoova ja eesmise ristiraami vahele asetatud vedrude abil.

Joonisel 695 on toodud sama õõtsumise viis, kuid erineva konstruktsiooniga, kus vetrumine toimub ühe ristivedru abil, mis moodustab ühtlasi õõtsrööpküliku alumise hoova ning mille otsa külge on toetatud ratta käändteljenaga alumine ots. Käändteljenaga ülemine ots toetub õõtsrööpküliku ülemisele hoovale.

Joonisel 696 on sama õõtsumise viis teostununa ühe ristivedru ja ühe kruvivedru vetrumisel. Alumine ristivedru moodustab nagu eelmiselgi juhul õõtsrööpküliku alumise hoova. Pealmise

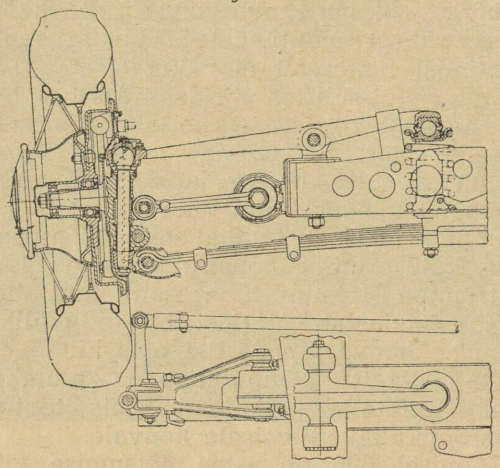


Joon. 695. Eesõõtstelg ristilehtvedruga.

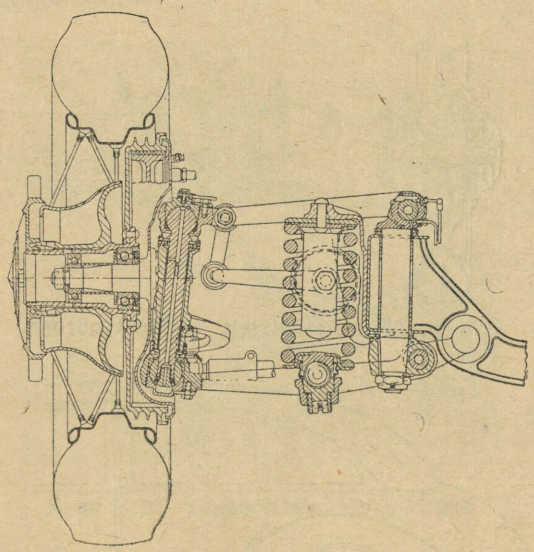


Joon. 694. Õõtstelg muutumatu rataste kaldsuse ja rataste vahega, kuid muutuva telje längsusega.

hoova tugipunkti najal toimub ratta õõtsumine. Selle hoova pikendus toetub kruvivedrule. Pealmine hoob, mis on kahevardaline, võtab vastu ühtlasi rattal tekkivad pidurdamise ja sõidutakistuste jõud. Ristivedru ja ülemise hoova vahel olev amortisaator on ühtlasi tagavaraks, kui üks vedrudest juhuslikult murdub.



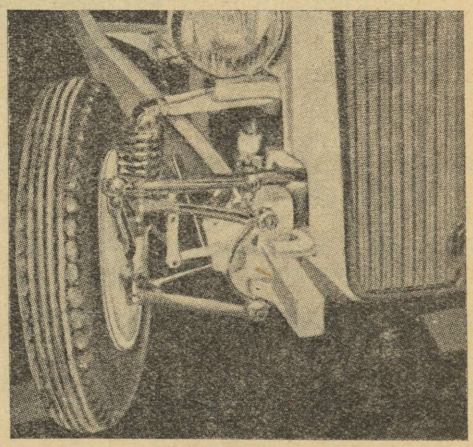
Joon. 696. Eesõõtstelg ristilehtvedru ja kruvivedruga.



Joon. 697. Eesõõtstelg paralleelselt jääva rataste vahega.

Teisele õõtstelgede õõtsumise viisile vastav konstruktsioon, kus ratas õõtsumisel jääb oma endise asendiga paralleelseks, kuid rataste vahe muutub, on toodud joonisel 697. Siin toimub ratta õõtsumine kahe võrdse pikkusega õõtsrööpküliku kolmnurkhoova kaudu. Vetrumine toimub alumise kolmnurkhoova ja ristraami toe vahele asetatud spiraalvedru kaudu. Mõlemad kolmnurkhoovad võtavad vastu kõik rattale mõjuvad jõud, mis tekivad sõidutee takistustest ja pidurdamisel. Kääntteljenaga on oma otstes olevate munaliigendite kaudu seotud õõtsrööpküliku kolmnurkhoovaga, mis võimaldab rattale jääda õõtsumisel paralleelsesse asendisse, kuid ühtlasi ka pööramist auto juhtimisel.

Joonisel 698 toodud konstruktsioonil on ratta paralleelseks jäämine selle õõtsumisel kindlustatud õõtsrööpküliku kolmnurkhoovaga, mis õõtsub kinnitatult auto ristraami külge. Vetrumine toimub ühe kruvivedru ja ristivedru abil. Kruvivedru toetub ratta ja ristivedru vahele.

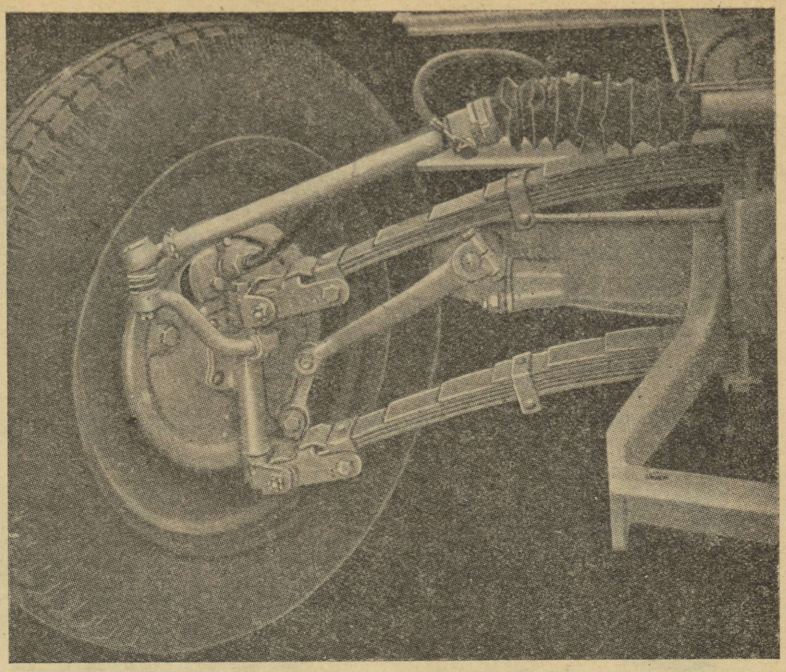


Joon. 698. Eesõõtstelg ristilehtvedru ja kruvivedruga.

Joonisel 699 toodud konstruktsiooni kohaselt toimub ratta paralleelseks jäämine selle õõtsumisel, olles asetatud kahe ristivedru vahele ning kinnitatud kääntteljenaga otstega vedruotste külge. See konstruktsioon on kasutatav ainult väikesõiduautodel, kuna siin toimub rattal tekkivate tõuke- ja pidurdamisjõudude vastuvõtmine otseselt vedrude kaudu.

Kolmandale õõtstelgede õõtsumise viisile vastav konstruktsioon on toodud joonisel 700, kus telgede õõtsumisel rataste asend jääb paralleelseks ning rataste vahe jääb muutumatuks.

Ratta õõtsumine toimub teleskooptorus oleva vedru abil. Teleskooptoru võimal-

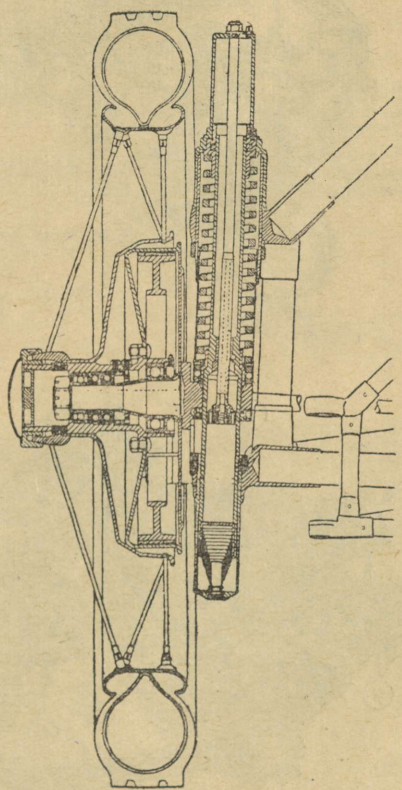


Joon. 699. Eesõõtstelg kahe ristilehtvedruga.

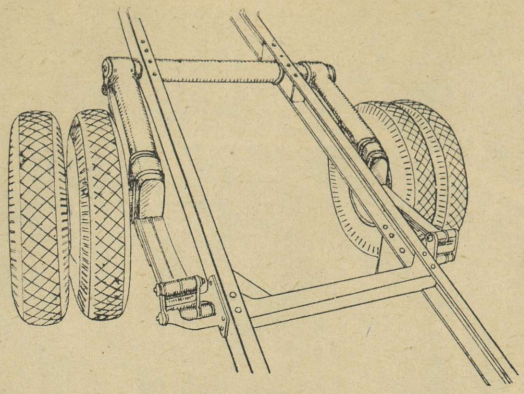
dab rattale ainult üles-alla liikumist, ilma et see oma paralleelasendit muudaks. Ratta pööramine toimub samuti selle teleskooptoru suhtes. Selline vetrumise viis võimaldab ka kindlat juhtimist.

Neljandal õõtstelgede õõtsumise viisil ei toimu rataste õõtsumine autole risti-asetatud õõtstelgedel, nagu eelmisel kolmel viisil, vaid autoraamile paralleelselt asetatud õõtstelgedel. Siin on ratta telg kinnitatud õõtsteljele, mis omakorda toetub šarniirselt autoraamile selliselt, et saab õõtsuda paralleelselt autoraamiga. Vetrumiseks on siin võimalik kasutada kas pikilehtvedrusid (joon. 701), kruvivedrusid (joon. 702) või varrasvedrusid (joon. 685). Kuna sellisel õõtsumise viisil muutuks eesratastel käändteljenaga längsus, mis teatavasti mõjutab halvavalt juhtimiskindlust, kasutatakse seda viisi peamiselt tagaratastel, kui nende kaudu jõu ülekandmist ei toimu.

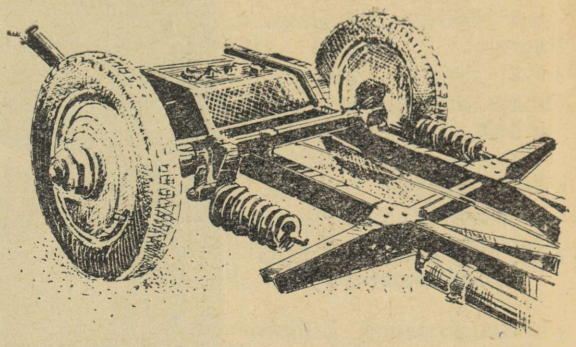
Et viimati nimetatud puudust kõrvaldada, kuid siiski kasutada autoraamiga paralleelselt õõtsuvate õõtstelgede paremusi, mis võimaldab rataste püsivat kaldsust ja rataste vahet, kasutatakse eesrataste vetrumiseks konstruktsiooni, nn. põlvvetrumist (joon. 703), kus eesratta telg on kinnitatud õõtshoovale, mis



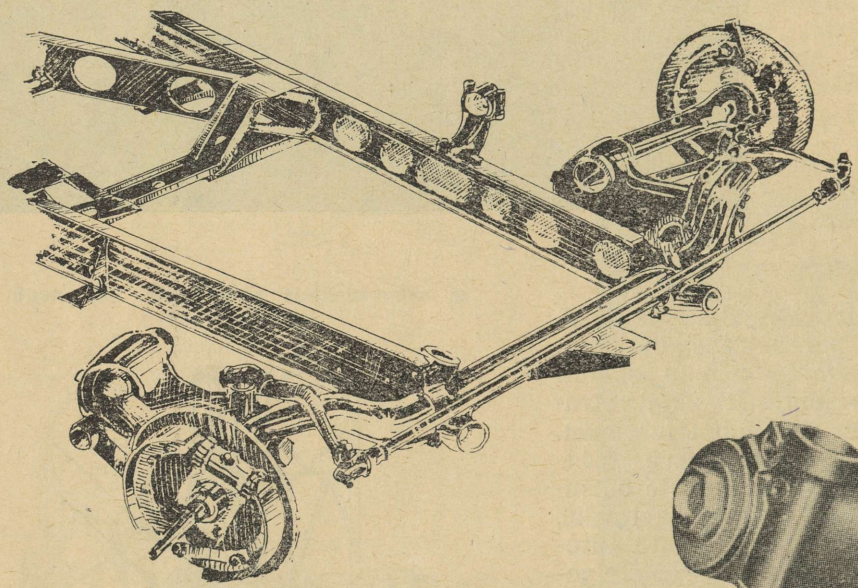
Joon. 700. Eesõõtstelg teleskooptoruga.

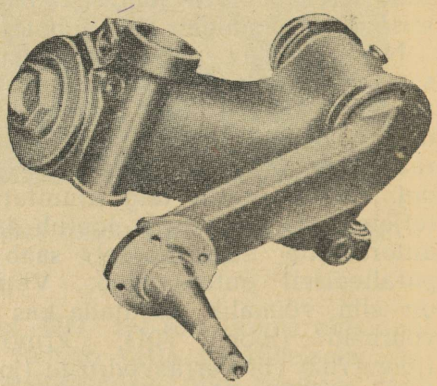


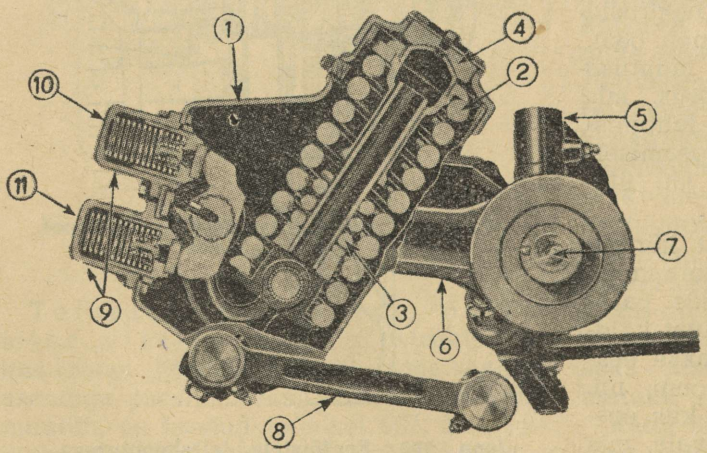
Joon. 701. Tagaõõtsteljed pikilehtvedrudega.



Joon. 702. Tagaõõtsteljed kruvivedrudega.







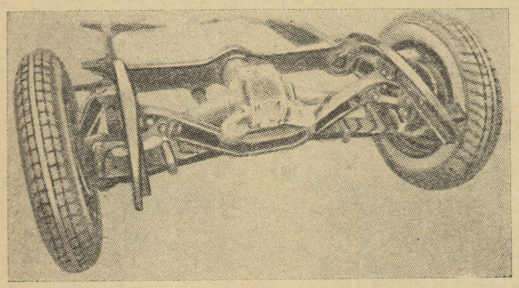
Joon. 703. Eespõlvõõtstelg.

1 — vedrukest, 2 — peavedru, 3 — abivedru, 4 — vedru pinevuse reguleerimiskruvi, 5 — käändteljenaga, 6 — õõtshoob, 7 — käändtelg, 8 — õõtsvarras, 9 — amortisaator, 10 — amortisaatori surveklapp, 11 — amortisaatori tagasilaskeklapp.

toetub šarniirselt vedrukestale. Vedrukestas on spiraalvedru, mis toetudes õõtshoova otsale võimaldab õõtshoova õõtsumist. Vedrukest toetub omakorda käändteljenagale, mis on kinnitatud eesristraami otstele. Seega toimub eesrataste pööramine koos õõtshoova ja vedrukestaga (ja selle sees asetseva vedruga) kindlalt asetseva käändteljenaga suhtes. Seega on saavutatud püsiva käändteljenaga längnurga juures eesrataste õõtsumine paralleelselt ja muutumata rataste vahega.

Sõltumatute õõtstelgede puhul, mille kaudu toimub ühtlasi veojõu ülekandmine, kasutatakse peamiselt telgede õõtsumise viisi, kus nii ratta kaldsus kui ka rattavahe muutub (joon. 704). See on tingitud diferentsiaalilt pooltelgedele ülekantava veojõu ülekandeseadme konstruktsioonist (vaata lk. 297).

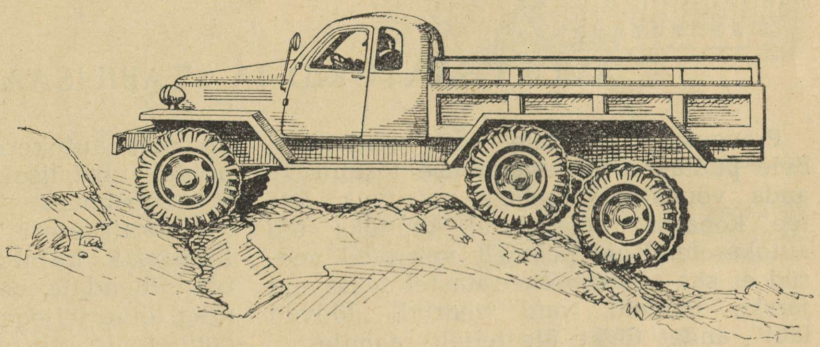
Selle viisi puuduseks on muutuv rataste vahe õõtsumisel, mis võib hõlpsalt tekitada külglibisemist ja auto viitamist. Samuti esineb siin rataste vahe muutumisest tingitud kummirehvide suurem kuluvus, mis osaliselt kompenseerub kummirehvide deformeerumisest, kasutades madalsurve-balloonrehve. Telgede õõtsumisel rataste kaldsuse muutumine halvendab eesrataste juures auto juhtimiskindlust ja teelpüsimist.



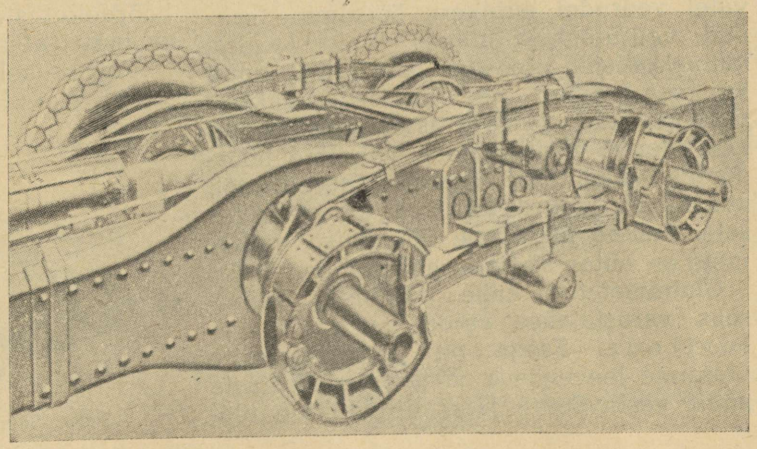
Joon. 704. Tagaõõtstelg.

Tagatelgede vedrutus kolmeteljelistel autodel

Kolmeteljeliste autode tagatelgede vedrutus peab võimaldama mõlema tagatelje vetrumist selliselt, et see ei takistaks ka künklikul maastikul rataste asetumist vastavalt künklikkusele (joon. 705), kusjuures koormus mõlemale teljele peab jääma püsivaks.

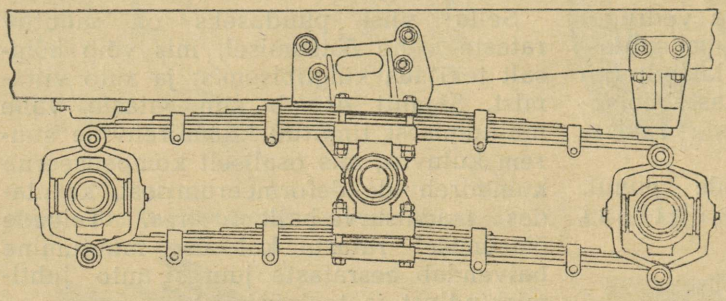


Joon. 705. Kolmeteljeline auto maastikusõidul.

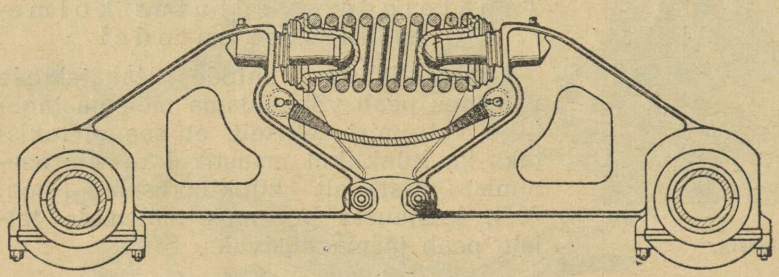


Joon. 706. Kahekordse tagatelje vedrutus.

Peamiselt kasutatakse siin pikilehtvedrusid. Joonisel 706 on toodud tagatelgede vedrutus, kus mõlemad vedrud on šarniirselt toetatud keskelt raamile. Joonisel 707 toodud konstruktsioonil on mõlemad vedrud šarniirselt kinnitatud ühisele toele. Mõlemad teljed on omakorda šarniirselt kinnitatud vedruotstega. See võimaldab mõlema telje painduvamat sobitatavust maastiku künklikkusele. Joonisel 708 on toodud kruvivedru kasutamise viis mõlema tagatelje vahel.



Joon. 707. Kahekordse tagatelje vedrutus toetatuna ühes punktis.



Joon. 708. Kahekordne tagatelg kruvivedruga.

AMORTISAATORID JA STABILISAATORID

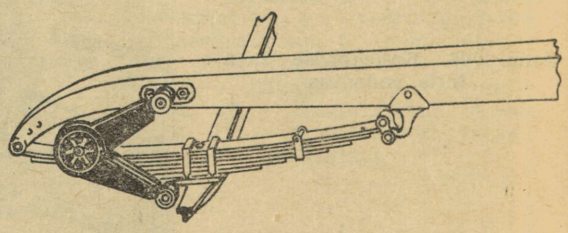
Praegusaja autodele, eriti sõiduautodele püütakse sõidumugavuse tõstmiseks anda võimalikult pehme vetruvus, kus tee konaruse tõuked ei kanduks üle autokerele. Kuid pehmelt vetruvad vedrud ei saa vastu võtta ratastel tekkivaid järske tõukeid, vaid vedrud „löövad läbi", andes tõuke üle teljelt raamile.

Teiselt poolt ei vaibu pehmelt vetruvatel vedrudel autokere õõtsumine saadud vedrutõukest niipea, vaid toimub mitmekordselt üles-alla õõtsumine, enne kui see vaibub. See on eriti maksev kruvivedrude ja varrasvedrude puhul, kus puudub vedrulehtede vaheline hõõrdumine, nagu see esineb lehtvedrudel, mis mõjub pidurdavalt vedrude vetrumisele. Selline pikaldane õõtsumise vaibumine on autos sõitjaile ebamugav taluda.

Ülalnimetatud kahe puuduse vältimiseks varustatakse autod amortisaatoritega. Seega on amortisaatorite ülesanne leevendada ja takistada rataste poolt vastuvõetud järskude löökide üleandmist autokerele ja teiselt poolt ära hoida vetrumisel tekkivat autokere kestvat õõtsumist.

Amortisaatori moodustavad kõige lihtsamal kujul kaks hooba, milledest üks ühendatakse autokere või raamiga ning teine teljega (joon. 709). Nende hoobade teine ots on kujundatud kettataolisena ning nende vahele asetatakse paar hõõrdeketast. Need hoitakse koos poldi ja mutri abil vedru surve all.

Vetrumisel hoobade ja hõõrdeketaste vahel tekkiv hõõrdumine aitab kaasa



Joon. 709. Mehaaniline amortisaator.

vedru õõtsumise vaibumisele. Sellest järgneb, et amortisaatorite abil muundatakse autokere õõtsumise energia pidevalt soojuseks, millest tingituna väheneb õõtsumine. See on nn. mehaaniline amortisaator, mida nüüdisajal enam ei kasutata, sest selle hõõrdekettad kulusid kiirelt ning pealegi oli mõju väga väike.

Praegu kasutatakse peamiselt hüdraulilisi amortisaatoreid, mis oma mõju poolest võivad olla kas ainult ühesuunalised või kahesuunalised.

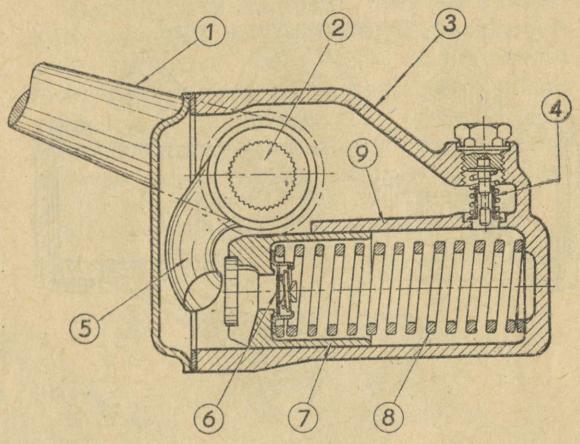
Ühesuunalise mõjuga amortisaator hoiab ära vetrumisel tekkivat autokere kestvat õõtsumist, kuid ei aita vedrule kaasa ära hoida järskude tõugete ülekandmist autokerele.

Kahesuunalise mõjuga amortisaator hoiab ära vetrumisel tekkivat autokere kestvat õõtsumist ning ühtlasi aitab vedrule kaasa ära hoida järskude tõugete ülekandmist autokerele.

Joonisel 710 on toodud ühesuunalise mõjuga amortisaator. See koosneb malmkestast, mis on valatud ühes tükis seesoleva silindriga. Kest ja silinder on täidetud õliga. Silindris liigub tihedalt kolb, mille põhjas on klapp. See klapp võimaldab õlile pääsu amortisaatori kestast silindrisse, kui kolb liigub väljapoole. Silindri alumises osas on teine klapp, mis võimaldab õlile pääsu silindrist kesta, kui kolb liigub sissepoole. Kolvihoob, mis on kinnitatud amortisaatori kestale toetuvale võllile, ulatub oma kõvera otsaga kolvile. Väljaspool amortisaatori kesta on samale võllile kinnitatud amortisaatori hoob. Silindris asetsev vedru surub kolvi vastu kolvihooba. Amortisaator ise on kinnitatud autoraamile, amortisaatori hoova ots aga ühe varda abil auto telje külge.

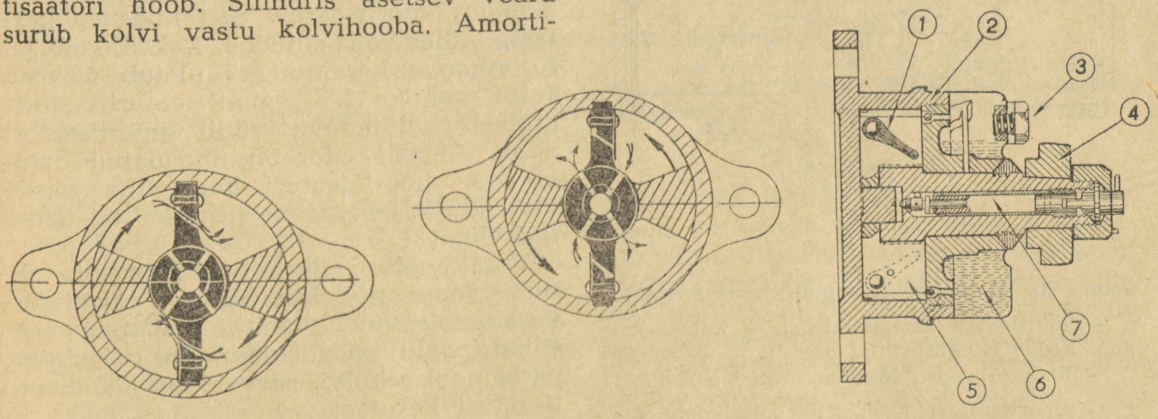
Kui tekkivast tõukest vedru kokku surutakse, tõuseb amortisaatori hoob, pöörates kolvihoova kolvist eemale. Silindris olev vedru aga, surudes kolbi pidevalt vastu kolvihoova, surub kolvi väljapoole. Silindris tekkiva tühjuse täiteks valgub õli amortisaatori kestast läbi kolvi põhjas oleva klapi silindrisse — amortisaator ei avalda mingit mõju autovedru kokkusurutavusele.

Sellele järgneval autovedru laialiminekul (kusjuures autokere tõugatakse vedru poolt ülespoole või telg liigub autokere suhtes allapoole) liigub amortisaatori hoob allapoole, avaldades kolvi-



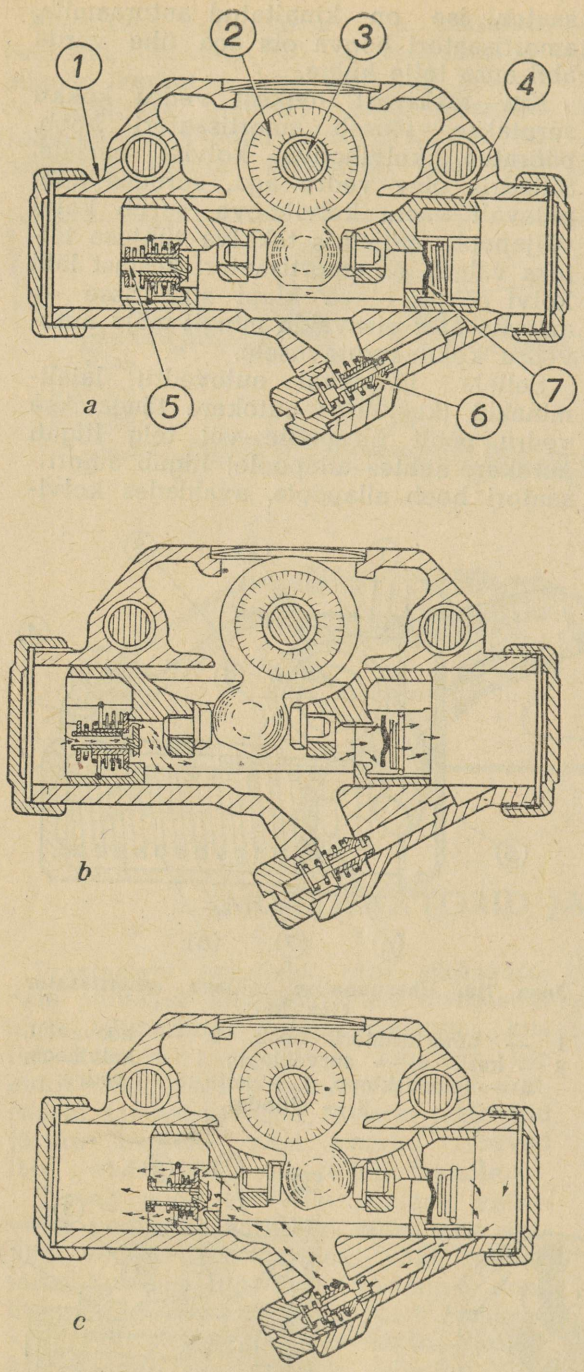
Joon. 710. Ühesuunalise mõjuga amortisaator Gaz M-1.

1 — amortisaatori hoob, 2 — hoovavõll, 3 — kest, 4 — surveklapp, 5 — kolvihoob, 6 — imemisklapp, 7 — kolb, 8 — vedru, 9 — silinder.



Joon. 711. Termostaadiga tiivik-amortisaator.

1 — vedruklapp, 2 — amortisaatori kest, 3 — õli sissevalamise ava kork, 4 — amortisaatori hoob, 5 — tiivik, 6 — õlitagavara, 7 — termostaat.



Joon. 712. Kahesuunalise mõjuga amortisaator.

a — kaksik-kolb keskasendis, b — kaksik-kolb auto vedru kokkusurutud asendis, c — kaksik-kolb auto vedru laialipaiskunud asendis.

1 — amortisaatori kest, 2 — kolvihoob, 3 — kolvihoova võll, 4 — amortisaatori kaksikkolb, 5 — imemis-surveklapp, 6 — surveklapp, 7 — imemisklapp.

hoova kaudu survet kolvile — kolb nihkub silindris sügavamale, surudes silindri alumises osas oleva klapi kaudu õli silindrist välja. Kuna selle klapi ava on väike, toimub õli väljavalgumine silindrist aeglaselt, seega vedrud ei saa mitte autokeret järsult üles tõugata, vaid see kerkib sujuvalt. Sellega väheneb autokere rappuvus vetrumisel.

Selliseid amortisaatoreid kasutatakse näiteks sõiduautol Gaz M-1.

Amortisaatori silindri alumises osas oleva klapi vedru pinevusest sõltub õli rõhk silindris. Seega määrab see ära amortisaatori amortiseerimise mõju.

Teisest küljest on see mõju sõltuv amortisaatoris tarvitatava õli sitkusest. Et amortisaatori mõju tugevus ei muutuks ilmastiku külmenemisel, kus õlid muutuvad sitkemaks, tuleb amortisaatoreis kasutada õlisid, mis ka külma ilmaga, kuni —40° C, jäävad vedelateks.

Joonisel 711 on toodud amortisaator, mille amortiseerimise mõju hoitakse igasuguse temperatuuri juures püsivana sisseehitatud termostaadi abil. See termostaat reageerib ühtlasi õli soojenemisele amortisaatori töötamisel. See kahesuunalise mõjuga amortisaator töötab tiiviku pöörlemisega, millega surutakse õli ühelt tiivikupoolelt teisele, läbi amortisaatori vaheseinas olevate avade. Õli läbivalgumise avade suuruse ja klapivedrude pinevuse valikuga on amortisaatorile antud nõrgem mõju vedrude kokkusurvel (20—50%) ja tugevam mõju vedrude laialiminekul. Termostaadi mõju avaldub vaid kanaleile, mis töötavad vedrude laialiminekul.

Joonisel 712 on toodud kahesuunalise mõjuga amortisaator. See koosneb kestast, milles on silinder kaksik-kolviga. Kolvihoova keraline ots ulatub mõlema kolvi vahele. Väljaspool amortisaatorit asetseb kolvihoova võllil amortisaatori hoob. Amortisaator on ühendatud autokerega, amortisaatori hoob ühe varda abil autoteljega. Amortisaator on täidetud õliga.

Vasakpoolse silindripoole imemis- ja surveklapp on kokkuehitatult paigutatud vasakpoolsesse kolbi. Parempoolse silindripoole imemisklapp on paigutatud parempoolse kolvi, surveklapp aga amortisaatori keresse.

Vedru kokkusurumisel surutakse kaksik-kolb kolvihoova poolt vasakule (joon. 712 *b*), surudes seal silindripoolel

oleva õli kokku. Kokkusurutav õli valgub läbi surveklapi silindrist välja amortisaatori kesta. Õli väljavalgumise ava suuruse, seega ka õli väljavalgumise kiiruse, tähendab kolvi edasiliikumise kiiruse, ühtlasi ka amortiseeritavuse, määrab surveklapi vedru pinevus. Samal ajal tekkis parempoolses silindri osas, millest kolb nihkus väljapoole, tühjus, mille täiteks õli valgus läbi kolvi põhjas oleva imemisklapi silindrisse.

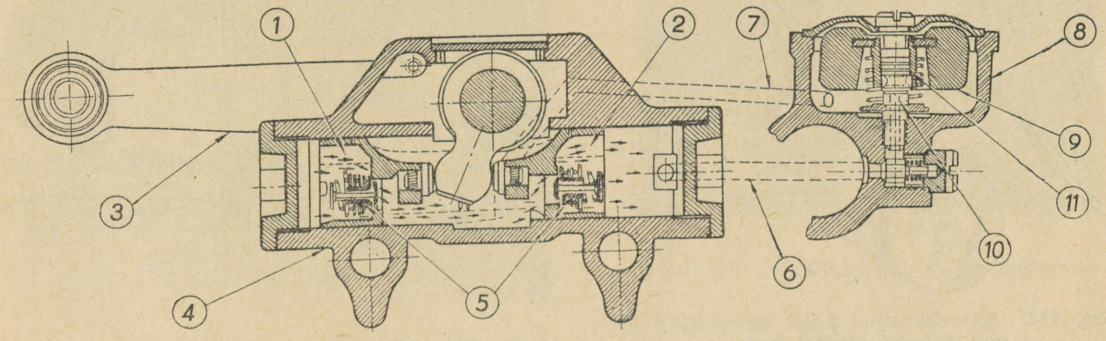
Vedru laialiminekul nihkub amortisaatori kolb paremale, surudes sealt õli välja läbi amortisaatori keres oleva surveklapi. Seega määrab selle surveklapi vedru pinevus amortiseerimise määra. Samal ajal toimub õli valgumine vasakpoolsesse silindripoolde läbi imemisklapi (joon. 712 *c*). Seega takistab amortisaator autokere õõtsumist, sest kere saab oma algasendisse tagasi tõusta vaid sujuvalt.

Joonisel 713 on toodud kahesuunalise mõjuga amortisaator, mis on varustatud automaatse, inertsjõul töötava regulaatoriga amortiseerimise määra muutmiseks vastavalt tõuke tugevusele, mida auto vedru peab vastu võtma.

kestas oleva kanali, mis ühtlasi läbib amortisaatori kestaga kokkuehitatud automaatregulaatori. See automaatregulaator, mis töötab inertsjõul, koosneb tinaraskusest, mis toetub ühele vedrule. Tinaraskuse sees asetseb vaskpuss, mille najal tinaraskus tsentreerub oma ülesalla liikumisel regulaatori keskpoldil. Keskpolt on kohale asetatud selliselt, et ulatub oma alumise otsaga amortisaatori kestas olevasse kanalisse, mis läbib amortisaatorit. Sel kohal on polt keskelt läbi puuritud ning selle ava kaudu valgubki õli, läbides automaatregulaatorit. Õli läbivalgumise määra läbi regulaatori keskpoldi määrab vaskpussi asend keskpoldil, sest vaskpuss suleb alla liikudes õli läbilaskmise ava keskpoldis.

Vedru kokkuminekul nihkub kaksikkolb vasakule, õli surutakse vasakpoolsest silindrist välja läbi surveventiili ning see valgub parempoolsesse silindrisse läbi imemisventiili (joon. 713). Amortisaatori amortiseerimise määra määrab vasakpoolse kolvi surveklapi vedru pinevus.

Nõrgast tõukest auto vedrule ei liigu automaatregulaatori tinaraskus kas üldse



Joon. 713. Sõiduauto Zis-101 amortisaator.

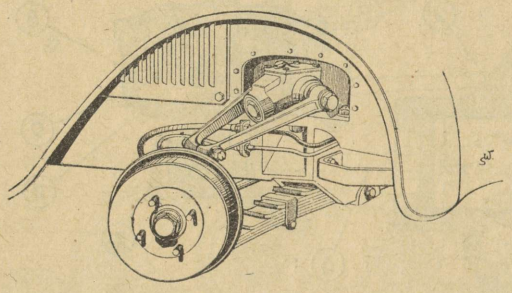
1 — vasakpoolne kolb, 2 — parempoolne kolb, 3 — amortisaatori hoob, 4 — amortisaatori kest, 5 — imemis-surveklapp, 6 — kanal õli pääsuks automaatregulaatorisse, 7 — õli tagasivalgumise kanal automaatregulaatorist amortisaatori kesta, 8 — automaatregulaator, 9 — tinaraskus, 10 — keskpolt, 11 — vaskpuss.

See erineb eespool toodud kahesuunalise mõjuga amortisaatorist selle poolest, et kaksik-kolvi mõlema kolvi põhja on paigutatud kokkuehitatult imemis- ja surveklapp. Vasakpoolne kolb töötab, nagu eelmiselgi amortisaatoril, autovedru kokkuminekul, parempoolne — vedru laialiminekul. Vedru laialiminekul parempoolses silindris kokkusurutaval õlil on kaks väljapääsu. Üks läbi kolvi põhjas oleva surveklapi, teine läbi amortisaatori kohalt või liigub vaid vähe allapoole. Seega on vedru laialiminekul õli läbivalgumise ava automaatregulaatori keskpoldis kas täiesti avatud või vähe suletud. Kaksik-kolvi liikumisel paremale saab õli valguda läbi automaatregulaatori amortisaatori kesta. Parempoolse kolvi surveklapp tegevusse ei astu, sest selle vedru pinevus on suurem kui automaatregulaatorist läbiva kanali takistus. Seega määrab amortisaatori amortiseeri-

mise määra vedru laialiminekul auto nõrgal vetrumisel automaatregulaatori keskpoldi ava takistus õli läbivalgumisele.

Samal ajal toimub õli valgumine vasakpoolsesse silindrisse imemisklapi kaudu. Tugevast tõukest autovedrule liigub tekkivast inertsjõust automaatregulaatori tinaraskus allapoole, mille tõttu vaskpuss suleb kas osaliselt või täielikult õlile pääsu läbi kanali — õlirõhk parempoolses silindris, see tähendab amortisaatori takistus, tõuseb ning ületades parempoolse kolvi surveklapi vedru pinevuse avab pääsu õlile sealt kaudu tagasi amortisatsiooni kesta. Seega määrab tugeva tõuke korral amortisaatori amortiseerimise määra parempoolse kolvi surveklapi vedru pinevus või selle vedru pinevuse ja automaatregulaatori koostöö, mille tinaraskuse asend ja liikumine määrab keskpoldi ava sulgumise ja avamise määra.

Kuna automaatregulaatori tinaraskuse liikumine sõltub ka teataval määral amortisaatori õli sitkusest, hoiab see ühtlasi amortisaatori amortiseerimise määra püsivana ilmastiku muutumisel.



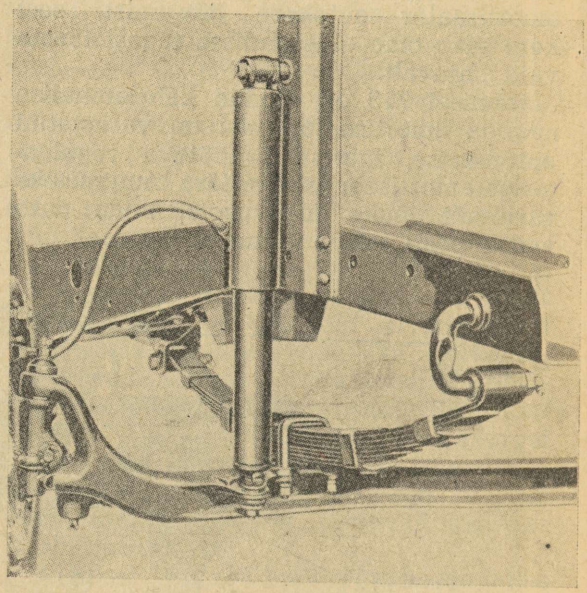
Joon. 714. Amortisaatori hoob moodustab ühtlasi õõtsrööpküliku hoova.

Sellist automaatregulaatoriga amortisaatorit kasutatakse sõiduautol Zis-101.

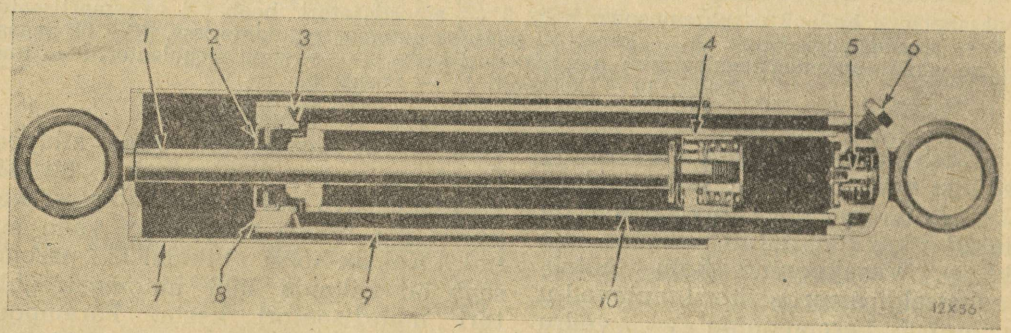
Praegusaja sõiduautodel kasutatakse amortisaatoreid kõigil neljal vedrul, veoautodel peamiselt ainult eesvedrudel.

Sõltumatute õõtstelgede juures toimub sageli amortisaatori asetumine selliselt, et amortisaatori hooba kasutatakse ühtlasi õõtsrööpküliku õõtshoovana (joon. 714).

Viimasel ajal kasutatakse sõiduautodel nn. teleskoop-amortisaatoreid (joon. 715). Siin langeb ära amortisaatori hoob ja amortisaatori ehitus muutub kergemaks. Teleskoop-amortisaator kinnitatakse otseselt autoraami ja vedru vahele (joon. 716).



Joon. 716. Teleskoop-amortisaatori asetus.

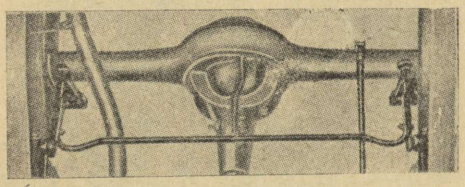


Joon. 715. Teleskoop-amortisaator.

1 — amortisaatori varras, 2 — sulgur, 3 — tihend, 4 — kolb, 5 — surveventiil, 6 — täiteava kork, 7 — tolmukaitsekest, 8 — juhtkolb, 9 — õlitagavara silinder, 10 — amortisaatori silinder.

Põlv-vetrumisel asetatakse amortisaator otseselt spiraalvedru kesta, vedru sisse (joon. 703).

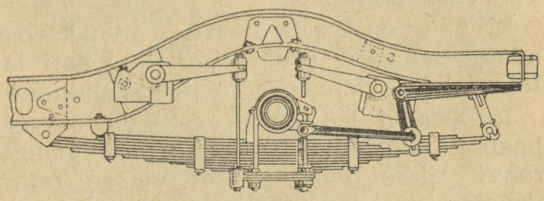
Stabilisaatoreid kasutatakse pehmelt vetruvatel sõiduautodel selleks, et takistada autokere kallutumist tsentrifugaaljõu poolt käänakutel sõitmisel. Seega tõstetakse sõidumugavust ja sõidukindlust. Mehaaniline stabilisaator koosneb terasvardast, mis töötab väändele. Joonisel 717 on toodud üks lihtsamaid stabilisaatoreid, mis on asetatud auto tagateljele. See koosneb „U"-kujuliseks painutatud terasvardast, mille otsad on kinnitatud amortisaatori hoobade külge. Kui autokere õõtsub telje suhtes kallutamatult, siis stabilisaator ei tööta, vaid õõtsub kaasa. Kui aga autokere kallutub telje suhtes, siis töötab varras väändele, takistades kere kallutamist, s. o. püüdes autokere otseasendit alal hoida.



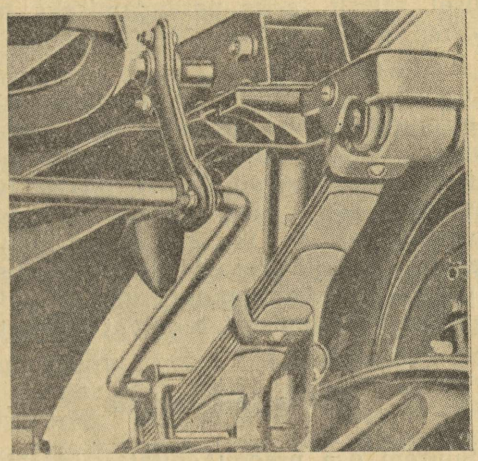
Joon. 717. Stabilisaatori asetus tagateljel.

Joonisel 718 toodud stabilisaator erineb eelmisest selle poolest, et „U"-kujuliseks painutatud terasvarda mõlemad otsad on kinnitatud tagasillal vedrusadulate külge, teiselt poolt aga šarniirselt hoova kaudu autoraami mõlema pikitala külge. Varda kinnitus tagasillal ja autoraamiga ühendatud hooval toimub kummipussidel. Kallutamatu autokere õõtsumisel ei tööta ka siin toodud stabilisaator, niipea aga kui tekib autokere kaldumine, töötab terasvarras väändele, püüdes autokere püstasendit alal hoida.

Viimati toodud amortisaatorit kasutatakse autol Gaz-64.



Joon. 718. Gaz-64 stabilisaator.



Joon. 719. Stabilisaatori asetus eesteljel.

RATTAD

Nõuded rataste kohta

Rataste kaudu toimub mootori veojõu ülekandmine autole, rattad peavad taluma auto raskust, rattad peavad vastu võtma pidurdamisel tekkivaid jõude ja kõiki teekonaruse tõukeid. Seepärast peavad rattad olema tugeva konstruktsiooniga, kuid küllaltki kerged, elastsed ja hästi tasakaalustatud. Ratta kuju ei tohi olla takistav nende pesemisel ja puhastamisel, nad peavad olema hõlpsasti vahetatavad ja kummirehvide monteerimine peab toimuma kergesti. Rattad peavad hästi ära juhtima soojust kummirehvidelt ja piduritrumlitelt.

Need on peamised nõuded, mida esitatakse praegusaja auto ratastele.

Rataste tugev konstruktsioon on vajalik auto koormuse kandmiseks ja ka halvemates teeoludes sõitmisel tekkivate tugevate tõugete ning kiirel sõidul käänakuil esinevate auto tsentrifugaaljõududest tingitud külgpainde vastuvõtmiseks.

Rataste kergus on oluline auto üldkaalu vähendamiseks, kuid peamiselt, et vähendada auto vetrumata masse,

samuti, et vähendada rataste pöörlemisinertsjõude ja sellega tõsta auto kiirendust ja soodustada pidurdamist.

Rataste elastsust on vaja ülekantavate tõugete osaliseks leevendamiseks ja ratta deformeerumiste vältimiseks.

Rataste hea tasakaal on oluline auto kiirel sõidul esineva eesrataste vibamise vältimiseks.

Rataste kerge pestavus on nõutav hõlpsaks rattale pritsinud pori ja tolmu kõrvaldamiseks veejoaga uhtudes.

Rataste hõlbus vahetatavus peab kindlustama teel esineva kummirehvi rikke puhul kiiret vigase ratta vahetamist tagavararattaga.

Rataste kerge monteeritavus peab vähendama jõuvankrijuhi vaeva vigase kummirehvi mahamonteerimisel rattalt, selle parandamiseks ning korras rehvi pealemonteerimisel rattale.

Rataste hea soojusjuhtivus on eriti oluline praegusaja autode suureneva kiiruse juures, kus kummirehvid deformeerumistest ja läbipaindumistest kuumenevad. Rattad peavad võimalikult suure osa sellest soojusest vastu võtma ja üle andma välisõhule. Samuti peavad rattad aitama osaliselt üle anda välisõhule piduritrumlitel pidurdamisel hõõrdumisest tekkivat soojust.

Sõiduautode rattad

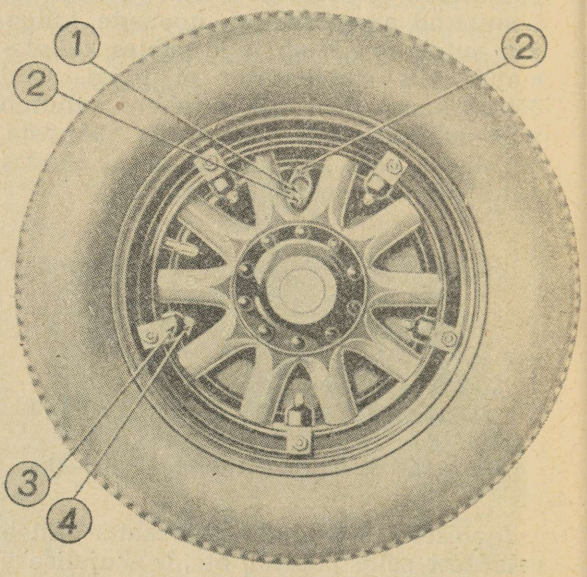
Suurem osa praegu ehitatavaid sõiduautorattaid on 16″ põia läbimõõduga, vanemad autorattad tehti 19″ läbimõõduga. See oli põhjendatud halbade ja sügavaröövpmeliste teede tõttu. Teeolude paranemisel ja auto sõidukiiruste kasvamisel tekkis vajadus auto raskuskeskuse allaviimiseks. Rataste läbimõõdu vähendamine oli selle üheks abinõuks.

Varem kasutatud puitkodaratega rattad (joon. 720) on praegu täiesti kõrvale jäetud, kuna nad osutusid ebakindlateks puidu vähese vastupidavuse tõttu.

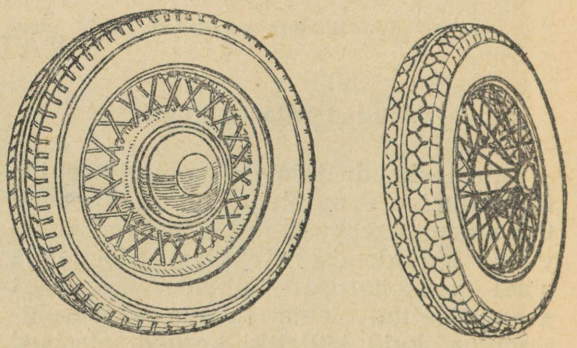
Praegu kasutatakse peamiselt kilprattaid, kuid esineb ka traatkodarrattaid.

Traatkodarratastel (joon. 721) toimub ratta põia ja rummu sidestamine terastraatkodarate abil, taoliselt jalgratta rattaile. Kinnitamist teostatakse kas neetimisega, elekterkeevitusega või niplite abil. Esimesed kaks viisi nõuavad erimasinaid ning üksikut kodarat on raske vahetada selle murdumise puhul. Selles mõttes on kinnitus niplitega otstarbekam, kuigi kallim. Kodarate pead tehakse mitteväljaulatuvateks.

Traatkodarrattad on kerged, kuid ei juhi kuigi hästi soojust ära kummirehvidelt ja piduritrumlitelt. Valmistamisel nõuab see erilist hoolt, et kõik kodarad oleksid ühtlaselt pinetatud, vastasel korral üksikud enamkoormatud rebenevad.



Joon. 720. Puitkodarratas,
1 — ventiilikate, 2 — ventiilikatte kruvi, 3 — ratta tasakaaluraskus, 4 — tasakaaluraskuse reguleerimiskruvi.

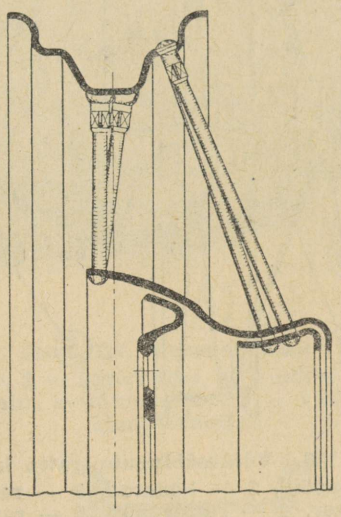


a *b*

Joon. 721. Traatkodarratas.
a — lühikeste kodaratega, b — pikkade kodaratega.

Traatkodarad töötavad tavaliselt tõmbele, kuid ehitatakse ka traatkodarrattaid, kus traatkodarad töötavad survele, see on seal, kus kodarad on väga lühikesed (joon. 722). Kodarate kinnitus toimub neetimisega või elekterkeevitusega.

Traatkodarrattaid on tülikas pesta. Oma kerguse mõttes kasutatakse sageli võidusõiduautodel.

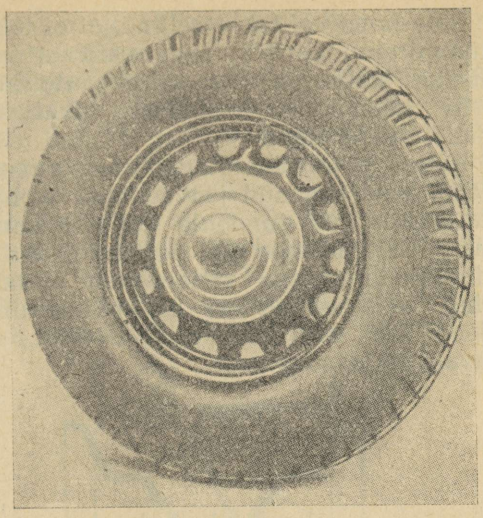


Joon. 722. Traatkodarratta lühikeste kodarate kinnitus.

Traatkodarrattaid kasutatakse sõiduautol Gaz M-1.

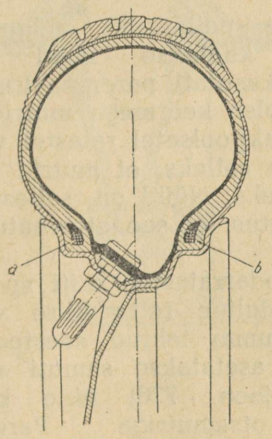
K i l p r a t a s t e l sidestatakse ratta pöid pressitud kilbiga. Kilp tehakse väljapoole õhenev, mille tõttu see on kergem ja elastsem. Sidestamine toimub külmal neetimisel. Kilprattad on osutunud oma vastupidavuse, odava valmistamise ja hõlpsa puhastamise poolest vägagi otstarbekateks, seega ka rohkesti kasutatavateks. Eriti hea on kilprattal soojusjuhtivus kummirehvilt ja piduritrumlilt välisõhule. Kuid teisest küljest on piduritrummel ise kaitstud tuule eest, mis takistab selle jahtumist. See-vastu kasutatakse viimasel ajal rohkem rattaid, kus kilp omab väljalõikeid (joon. 723), nn. k i l p k o d a r r a t t a i d. Kogemused on näidanud, et sellise ratta soojusjuhtivus pole halvem kui täiskettal, ta võimaldab ka piduritrumlite head jahutamist ning on osaliselt elastsem ja kergem. Kilpkodarratas on nägusam, kuid selle puhastamine vähe tülikam.

Kilpkodarrattaid kasutatakse näiteks sõiduautol Zis-101.



Joon. 723. Kilpkodarratas.

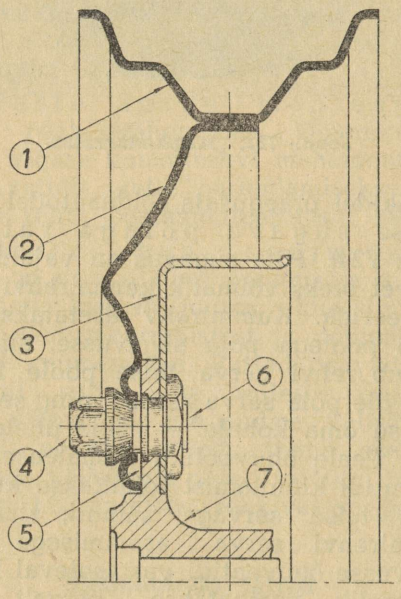
Kõikidel praegusaja sõiduautodel kasutatakse s ü g a v a p ö i a g a r a t t a i d (joon. 724). Pöia sügavus on vajalik selleks, et oleks võimalik kummirehvi peale monteerida. Kummirehv asetatakse ühe serva poolega pöia sügavusse, siis võimaldub rehvi serva teise poole lükkamine üle pöia serva rattale, ning see asetatakse oma kohale — pöia ühele servale. Peale õhuvooliku kohaleasetamist ja ventiili kinnitamist toimitakse kummirehvi teise servaga samuti, alustades kummirehvi serva asetamisega pöia sügavusse õhuventiili vastasoleval kohal. Õhuvoolik pumbatakse kergelt täis, klopitakse kergelt üle või põrgatatakse kergelt vastu maad, et õhuvoolik asetuks voltideta oma kohale, ja pumbatakse õhuvoolik täis.



Joon. 724. Ratas sügava pöiaga.

Pöia laius valitakse selline, et ei tekiks kummirehvi ristihõljumist, vaid et rehv püsiks stabiilsena ka kiirel autosõidul, eriti käänakuil sõitmisel tekkivatest ristijõudude mõjul.

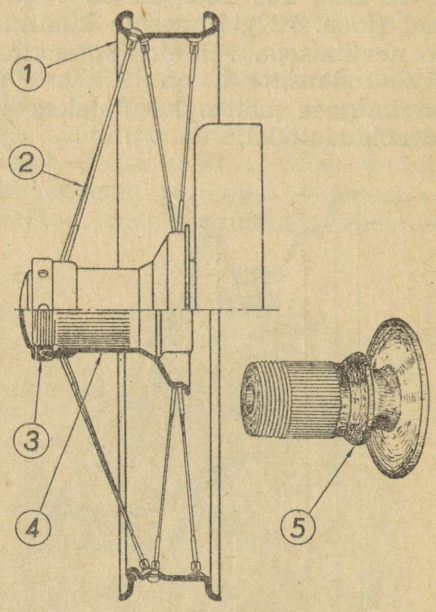
Rattad pole vahetatavad koos rummudega, vaid rummud jäävad oma kohale. Ratta kinnitus rummule toimub suuremalt osalt mutrite abil poltidele, mis on kindlalt kinnitatud rattarummu äärikule ning hoiavad ühtlasi ka piduritrumlit (joon. 725). Mutrite arv on 4—8 tk., sõltuvalt ratta suurusest.



Joon. 725. Ratta kinnitus rummul.
1 — sügav pöid, 2 — rattakilp, 3 — piduritrummel, 4 — rattamutter, 5 — rummuäärik, 6 — ratta- ja piduritrumli polt, 7 — rattarumm.

Mutrite peitmiseks, nägususe seisukohast, kaetakse need ilukapsliga. Varem kasutati parempoolsetel ratastel parempoolse keermega mutrid ja poldid ning vasakpoolsetel ratastel vasakpoolse keermega selleks, et mutrid auto sõidul ei vabaneks. Nüüd on sellest loobutud, kuna osutus, et see ettevaatus oli ülearune.

Traatkodarratastel, eriti spordiautodel, kus on oluline ratta kiire vahetamine, on rattarumm tehtud seestpoolt nuudiline. See asetatakse samuti nuudistatud teljele (joon. 726) ning kinnitatakse teljele otsamutriga. Parempoolsetel rattarummudel on selleks parempoolne keere, vasakpoolsetel vasakpoolne keere, et mutrid auto sõidul ei saaks ise lahti pöörduda.

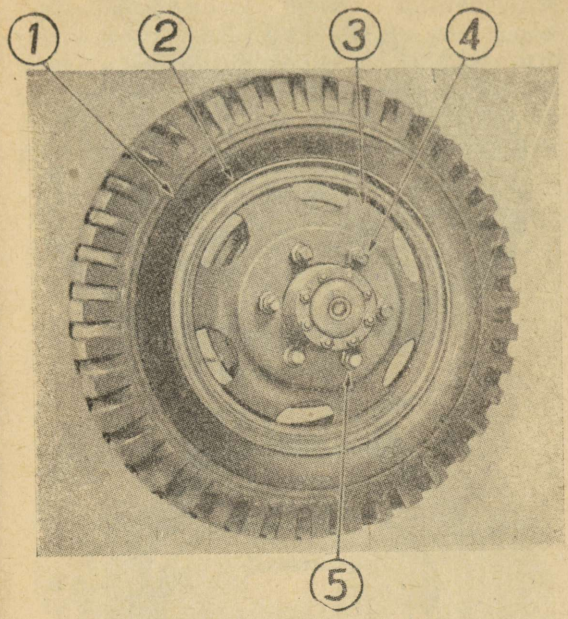


Joon. 726. Võidusõiduauto ratta kinnitus.
1 — rattapöid, 2 — kodarad, 3 — ratta kinnitusmutter, 4 — rattarumm, 5 — ratta telg.

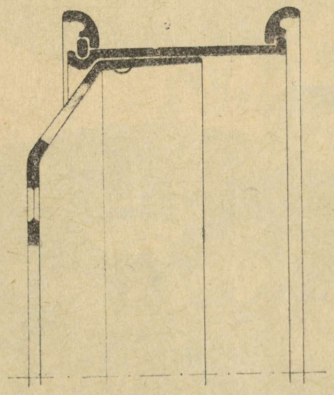
Veoauto rattad

Veoauto rattad ehitatakse peaaegu eranditult lamepöialised 20″ pöia läbimõõduga. Nad erinevad ainult kujult ja pöia laiusega. Peamiselt kasutatakse kilprattaid, kas mõlema äravõetava äärerõngaga (joon. 728) või ainult ühe äravõetava äärerõngaga (joon. 729). Viimane on enam levinud. Rattakilp tehakse samuti kui sõiduautodel väljapoole õhenevalt, et saavutada paremat ratta elastsust, ning lõigatakse kilbisse suured avad ratta kaalu vähendamiseks ja piduritrumlite paremaks jahutamiseks, saades siingi kilpkodarrattaid (joon. 727). See võimaldab ka paremat juurdepääsu õhuvooliku ventiilile. Suurematel veoautodel kasutatakse tagatelgedel sageli kaksikrattaid, mis võimaldab tagatelgede suuremat koormamist (joon. 730).

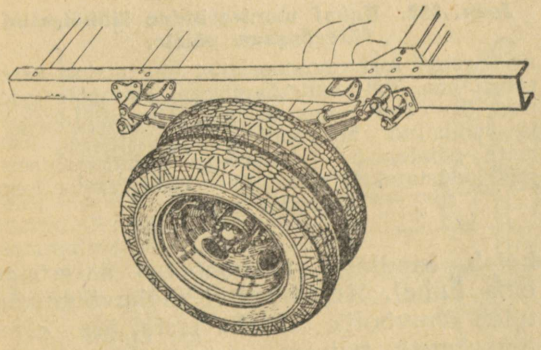
Kummirehvide peale- ja mahamonteerimine veoautorataste pöiale ning nende kohalhoidmine võib toimuda mitmel viisil: peanõudeiks on siin, et rehv ei vabaneks ega tuleks pöialt maha ka kiirel sõidul ja õhuvooliku järsul tühjenemisel



Joon. 727. Veoauto ratas.
1 — rehv, 2 — äärerõngas, 3 — ratas, 4 — sisemise ratta kinnitusmutter, 5 — välise ratta kinnitusmutter.

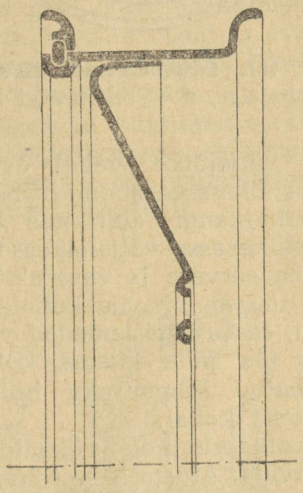


Joon. 728. Pöid mõlema äravõetava äärerõngaga.

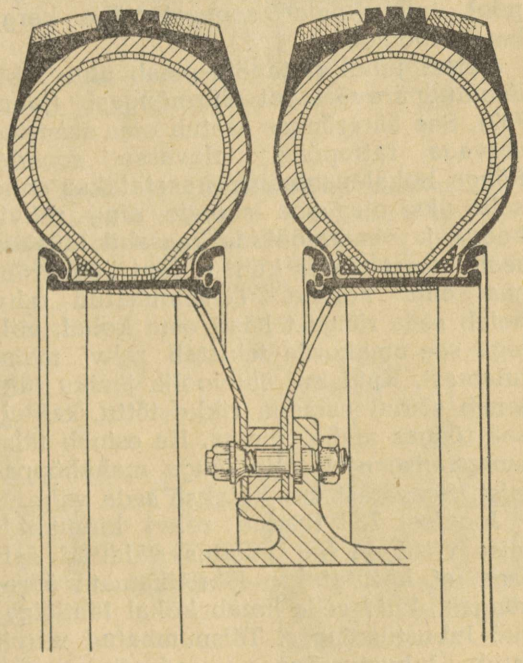


sõidul ning võimalduks kiire ja hõlbus monteerimine.

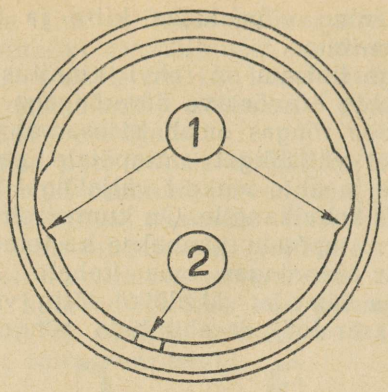
Kõige lihtsam on rehvi kinnitus läbilõikamata äravõetava äärerõngaga (joon. 731). See rõngas omab siseserval kahte lamedat väljalõiget rattapöiale paigutamiseks ja ühte väikest väljalõiget hoidekohaks rehvikangile. On kummirehv asetatud rattapöiale, pannakse ka teine äravõetav äärerõngas oma kohale. Rõnga mõlema lameda väljalõike tõttu võimaldub vasaralöökide abil lüüa rõnga serv



Joon. 729. Pöid ühe äravõetava äärerõngaga.



Joon. 730. Kaksikratas.



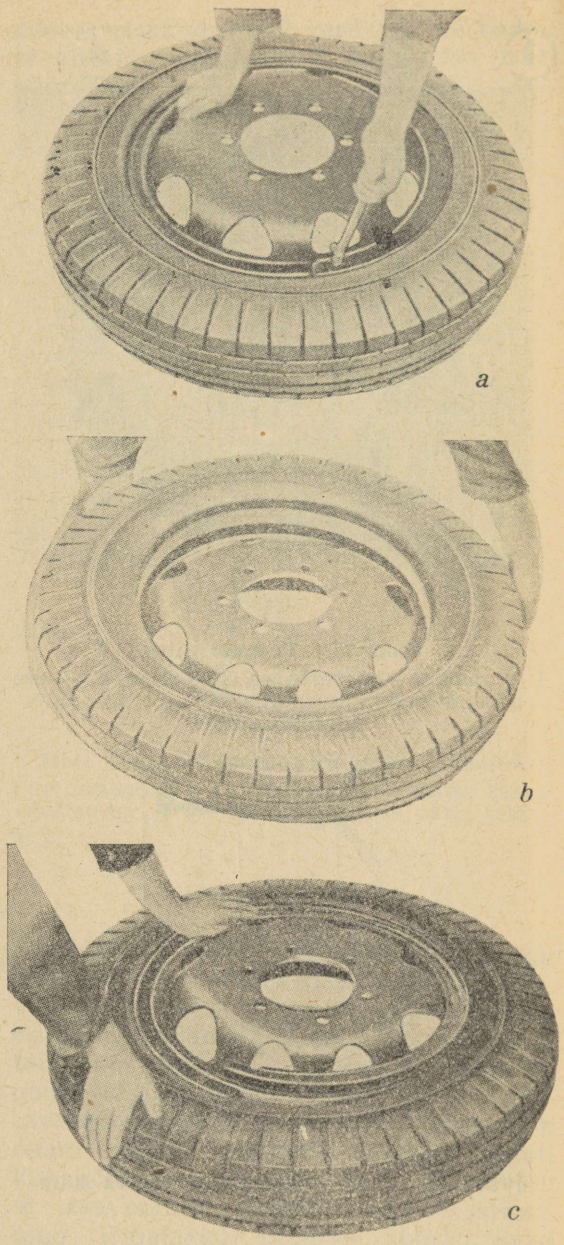
Joon. 731. Läbilõikamata äärerõngas.
1 — väljalõige, 2 — rehvikangi hoidekoht.

mõlema väljalõike vahel oma kohale rattapöias olevasse soonde. Nüüd surutakse rehvikangi abil, mis asetatakse rõnga väikesesse väljalõikesse ja toetatakse pöia servale ja vasaralöökide abil ka teine rõngapool oma kohale, mis võimaldubki, sest rõnga lamedad väljalõiked mahuvad üle pöia laiema koha serva. Täispumbatud kummirehv hoiab rõnga kindlalt oma kohal.

Mahamonteerimine võimaldub vaid tühja rehviga. Alustatakse rehvi kangiga, mille ots mahub rõngas olevasse väikesesse väljalõikesse, painutades selle rõngapoole üle pöia serva. Teine rõngapool tuleb oma soonest välja kerge haamrilöögiga.

Teisel juhul rattapöid omab ühte läbilõigatud äravõetavat äärerõngast (joon. 732). See äärerõngas asetub oma sisemise servaga rattapöias olevasse soonde. Rõnga kohalepanemiseks asetatakse enne selle üks ots oma soonde ning rehvihoova ja vasaralöökide kaasabil lüüakse sealt otsast alates kuni teiseni kogu rõngas oma kohale. Täispumbatud rehv hoiab seda rõngast hästi oma kohal, millega see omakorda takistab rehvi maha tulemast. Kuid kui õhuvoolik järsku tühjeneb sõidul esineva rikke tõttu, kaldub see rõngas maha tulema. Ka esineb täispumpamise ajal selle rõnga mahahüppamist. Seepärast kasutatakse seda vähe.

Joonisel 733 toodud rehvi kinnihoidmise viisil on see puudus välditud sellega, et kasutatakse läbilõikamata äärerõngast, kuid seda hoiab kohal läbilõigatud lukustusrõngas. Täispumbatud rehvil istub lukustusrõngas sedavõrd oma pesas, et see välja hüpata ei saa, ning



Joon. 732. Rehvi monteerimine läbilõigatud äärerõngaga pöiale.
a — rehvi mahamonteerimist alustatakse äärerõnga otsa väljakangutamisega rattapöia soonest, b — rehv ühes sellesse paigutatud kergelt täispumbatud õhuvoolikuga asetatakse koos ratta pöiale, c — äärerõnga kohalemonteerimist alustatakse selle ühe otsa asetamisega rattapöia soonde.

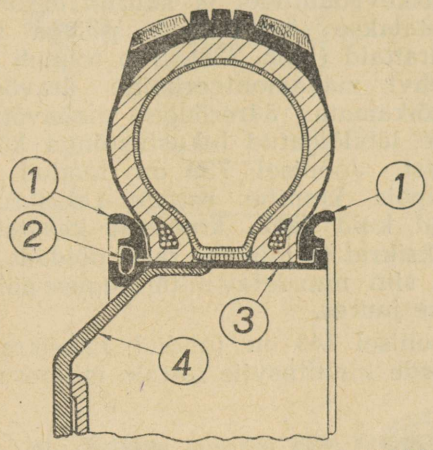
hoiab kindlalt äravõetava äärerõnga oma kohal. Kummirehvi mahavõtmiseks tuleb õhuvoolik tühjaks lasta, äravõetav äärerõngas natuke sissepoole suruda, alles siis saab lukustusrõngast välja võtta.

Otstarbekohaseks on monteerimise seisukohalt osutunud rattad, mis koosnevad kahest poolrattast (joon. 734); eriti suuremõõtelistel kummirehvidel. Väliste poltide ja mutritega kinnitatakse rattapooled omavahel kokku, sisemistega kinnitatakse kogu ratas rummule. Kummirehvi mahamonteerimiseks tuleb õhk täielikult õhuvoolikust välja lasta ning siis välised mutrid lahti keerata.

Rataste kinnitus rummu äärikule toimub samuti kui sõiduauto rattal mutrite abil.

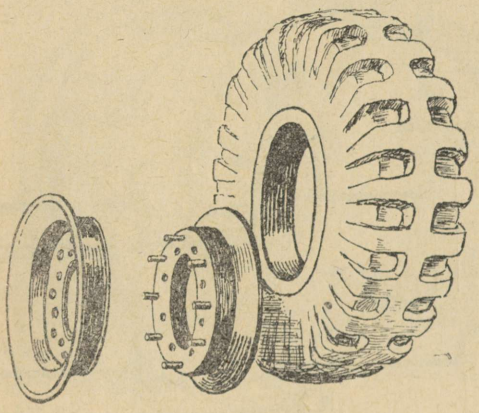
Kaksikrataste kinnitus toimub kahekordsete mutrite abil (joon. 735). Sisemine mutter, mis omab neljakandilist pead, kinnitab sisemise ratta rummule, väline mutter, mida keeratakse ka sisemise mutri peal olevale keermele, hoiab välist ratast. Mutrite otsad ja avad rattaketta äärikus on paremaks tsentreerimiseks tehtud koonilistena.

Kasutatakse ka kinnitamise viisi, kus mutrite lahtipõrumise vältimiseks on mutrite kooniline osa valmistatud eraldi, vedruseibina (joon. 736).

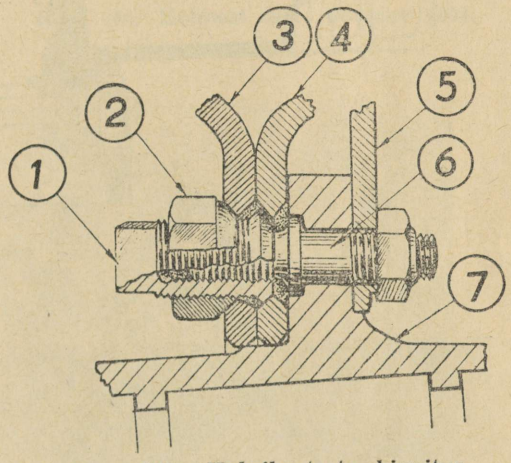


Joon. 733. Läbilõikamata äärerõngas läbilõigatud lukustusrõngaga.

1 — läbilõikamata äärerõngas, 2 — läbilõigatud lukustusrõngas, 3 — rattapöid, 4 — rattakilp.

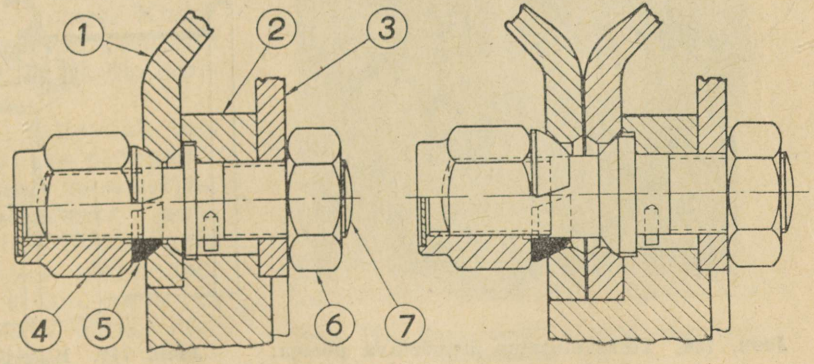


Joon. 734. Poolitatav rattapöid.



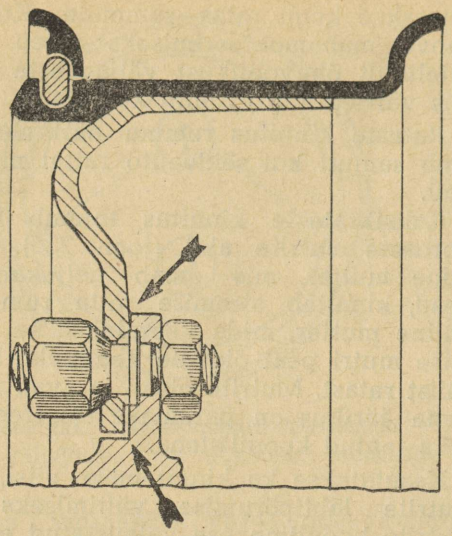
Joon. 735. Kaksikrataste kinnitus.

1 — sisemine mutter, 2 — väline mutter, 3 — välise ratta kilp, 4 — sisemise ratta kilp, 5 — piduritrumli äärik, 6 — rattapolt, 7 — rattarumm.



Joon. 736. Rattapoldi lukustamine koonilise vedruseibiga.

1 — rattakilp, 2 — rummu äärik, 3 — piduritrumli äärik, 4 — rattamutter, 5 — vedruseib, 6 — mutter piduritrumli kinnitamiseks, 7 — ratta- ja piduritrumli polt.

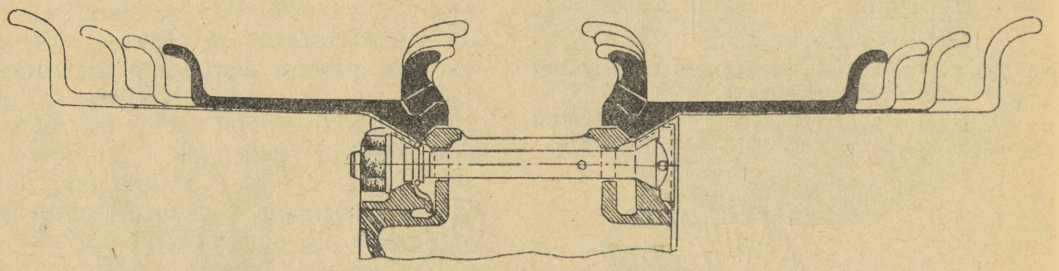


Joon. 737. Rattapoltide lukustamine rattapoldi ja -rummu vahelise pilu tõttu.

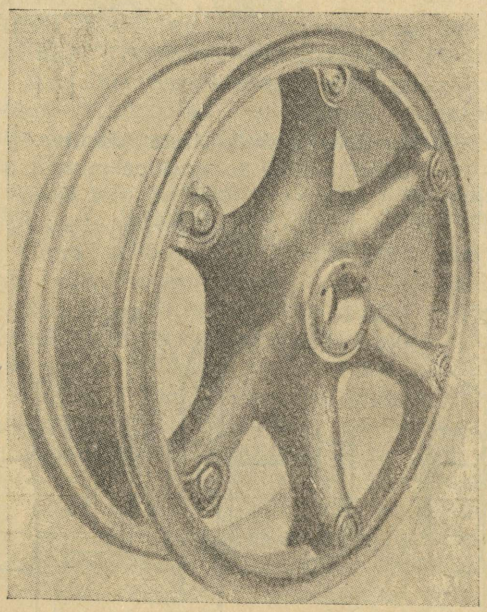
Mutrite lahtipõrumise vältimiseks valtsitakse rattaketta äärik (joon. 737) selliselt, et jääb väike pilu ketta ääriku ja rummu ääriku vahele. Mutri pingutamisel kinnipigistatav ketta äärik hoiab mutrit lahtipõrumise eest.

Raskeveoautodel ja suurtel autobustel kasutatakse äravõetava pöiaga terasvalurattaid (joon. 738). Siin toimub kummirehvi mahamonteerimine äravõetava läbilõikamata äärerõnga mahavõtmisel peale läbilõigatud lukustusrõnga kõrvaldamist. Joonisel 739 on toodud selle rattapöia kinnitus rattale kaksikrataste puhul, kuid sama kinnitust kasutatakse ka üksikrattal. Mõlema ratta pöidade vahe pole siin muudetav mitmesuguse pöidade laiuse juures.

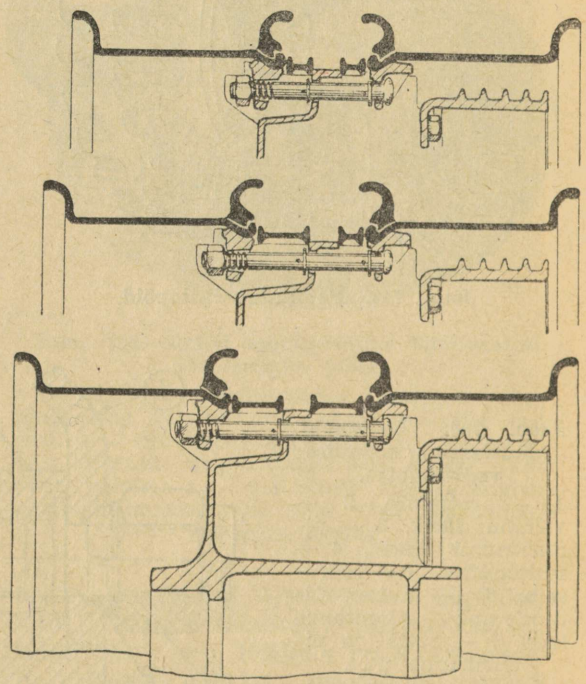
Joonisel 740 on toodud kaksikrataste pöidade kinnitusviis rattale mitmesuguse



Joon. 739. Kaksikpöid.



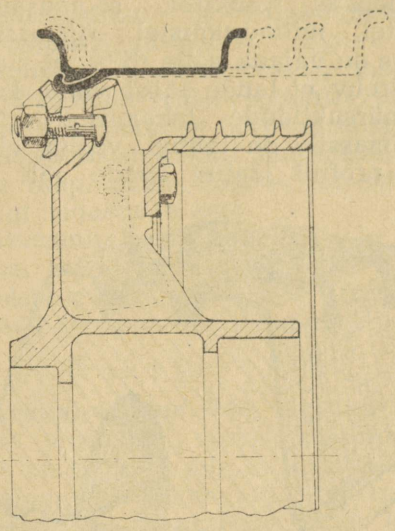
Joon. 738. Terasvaluratas äravõetava pöiaga.



Joon. 740. Kaksikpöid seatava pöiavahega.

pöidade laiuse juures, kuid seatava pöidade vahega.

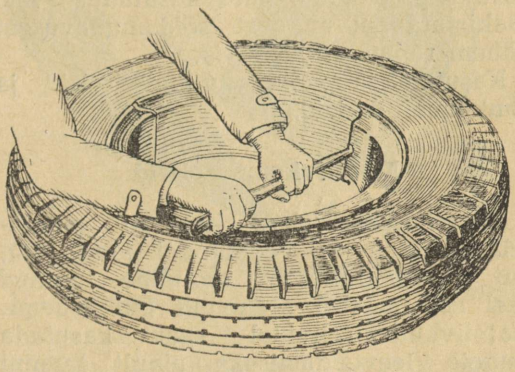
Joonisel 741 on toodud üksik äravõe-



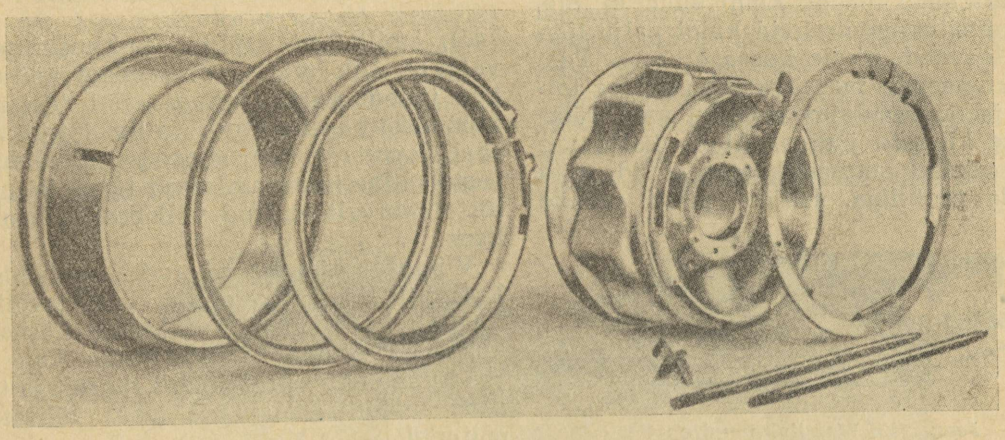
Joon. 741. Seatava laiusega pöia kasutamine samal rattal.

Kergemetall juhib paremini soojust, seega on need rattad ka selle poolest otstarbekohased, rääkimata kaaluvahest.

Et vältida rooste tekkimist pöidadel, kus see takistab kummirehvide maha- ja pealemonteerimist, värvitakse neid roostekindlalt või kaetakse tsingikorraga.



Joon. 742. Kolmest osast koosnev pöid.

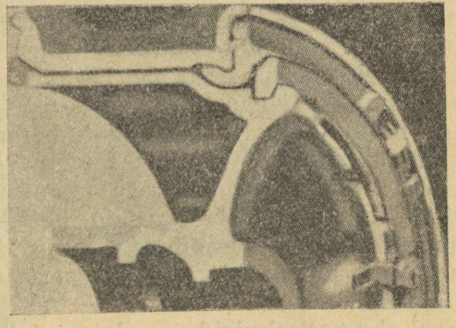


Joon. 743. Kergemetallist ratas.

tava pöia kinnitus terasvalurattale mitmesuguse pöia laiuse juures. Kinnitusmutrite alla pandavad erikujulised seibid suruvad pöia vastu rattaketta äärikut, mis tsentreerib pöida.

Joonisel 742 on toodud rattapöid, mis koosneb kolmest osast, selleks et kummirehvisid saaks maha ja peale monteerida.

Kergemate rataste saamiseks, eriti suurtele autobustele, valmistatakse neid valatuna kergemetallist — elektronist. Joonisel 743 on toodud selline ratas ja joonisel 744 selle äravõetava ääriku kinnitamise ja lukustamise viis.



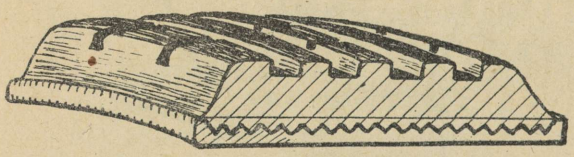
Joon. 744. Kergemetallist ratta äärerõnga lukustamise viis.

Tee konaruste tõugete vastuvõtmiseks ja leevendamiseks varustatakse autorattad kummirehvidega. Sellega kaitstakse autot liigse rappumise eest konarlikel teedel sõitmisel, välditakse autokere, sidestuskohtade ja üksikagregaatide põrumine, pikeneb auto kasutamise iga, rääkimata suurenevast sõidumugavusest vähem rappuvas sõidukis.

Kasutatakse massiivkummirehvisid ja õhukummirehvisid.

Massiivkummirehvid

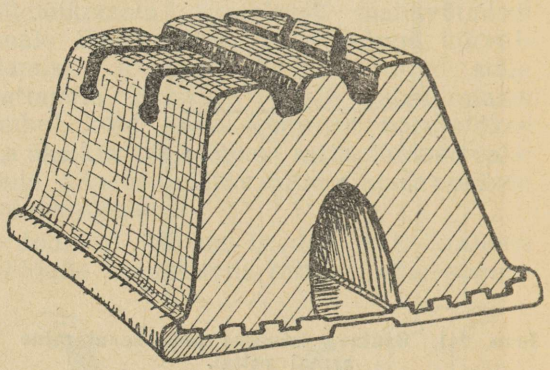
Massiivkummirehve kasutati peamiselt endisaegsetel veoautodel (joon. 745), kui kummirehvide tootmine polnud veel sel määral arenenud kui praegu. Massiivkummirehvidel saab kasutada tõugete leevendamiseks ainult kummi enda elastsust, kuna aga see massiivkummi juures, mis peab olema valmistatud vastupidamiseks ka halbadel teravkivikattelistel teedel, kuigi suur ei ole, siis massiivkummirehvid kuigi palju tõugete leevendamisele kaasa ei aita. Pealegi kuumeneb massiivkummi sõidul kiiresti ja on kasutatav seetõttu vaid väiksemate kiiruste juures. Algul kasutamisele võetud massiivkummirehvid olid madala profiiliga. Hiljem püüti nende



Joon. 745. Massiivkummirehv.

elastsust tõsta sel teel, et võeti nende valmistamiseks suurema elastsusega kummi, tehti nad kõrgema profiiliga ja jäeti keskele õnarus suurema läbipaindumise võimaldamiseks (joon. 746). Kuid sellega polnud ikkagi kõrvaldatud massiivkummirehvi puudus, mis seisab selles, et saab üheaegselt ära kasutada ainult rehvi selle koha elastsust, mis hetkeliselt puutub kokku maapinnaga, kuna ülejäänud osa kummirehvi elastsusest on kasutamata.

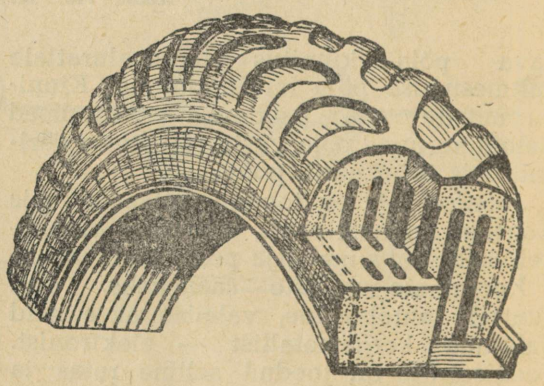
Massiivkummirehvisid kasutatakse praegu peamiselt rasketranspordiks määratud eriotstarbelistel veokitel ja sõjalisotstarbelistel veokitel, soomusautodel, kahuritel, mitmesugustel sõjamasinatel, kus see on vajalik selle tõttu, et massiivkummirehv ei lange tööst välja kuulide või mürsukildude tabamustel. Nende kummimassiiv on tehtud veelgi elastsemaks profiili jäetud avade abil (joon.



Joon. 746. Suurendatud elastsusega massiivkummirehv.

747), milledest sõidul kokkusurumisel valgub õhk välja, sirgumisel täituvad aga jällegi värske õhuga. Sel teel saab kummirehv jahutatud, mille tõttu neid saab kasutada ka suurematel sõidukiirustel. Massiivkummirehvi elastsust aitab tõsta sobivalt valitud välisprofiili hambulisus.

Viimasel ajal on võetud kasutamisele ka mittetäismassiivrehvid, vaid tavalised kummirehvid, mis on täidetud käsnalise kummiga õhuvooliku asemel. Kuid ka see kuumeneb kiirel sõidul liigselt ja teda saab seetõttu kasutada vaid lühematel sõitudel.



Joon. 747. Augustatud massiivkummirehv.

Õhukummirehvid

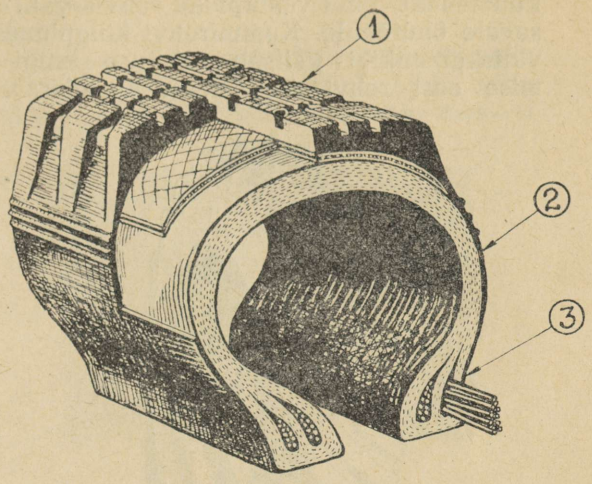
Õhukummirehvid koosnevad kummirehvist, õhuvoolikust ja pöiakaitsest, mis monteeritakse rattapöiale (joon. 724). Õhukummirehvi õhuvoolik pumbatakse õhku täis, mille väljavoolamist takistab õhuventiil. Pöiakaitse takistab täispumbatud õhuvoolikut kokku puutumast rattapöiaga ning, olles elastne, kaitseb õhuvoolikut vigastuste eest.

Õhukummirehvide kasutamisele võtmisega on asetatud maapinna ja ratta vahele elastne „õhupadi", mis võtab vastu peamised teekonaruse tõuked.

K u m m i r e h v i d.

Kummirehv (joon. 748) koosneb kandepinnast (protektor), kahest külgpinnast ja kahest pöiavõrust, mis on omavahel seotud kummiga läbiimmutatud nn. cord-koe kihtidega, mis moodustabki kogu kummirehvi aluskoe.

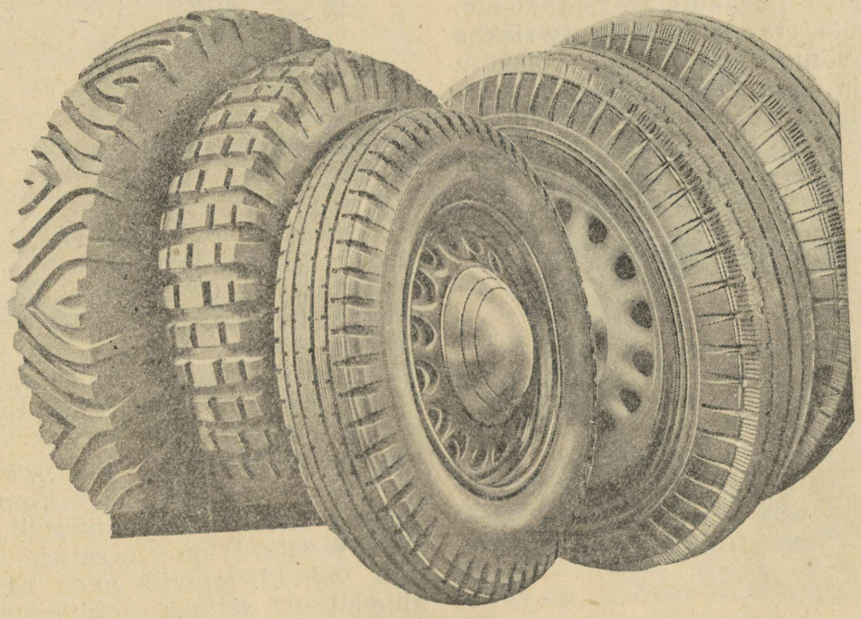
K u m m i r e h v i k a n d e p i n d, mis puutub otseselt kokku sõiduteega, peab olema valmistatud kulumisele eriti vastupidavast kummist, kuid samas küllaltki elastne ja tugev, et olla vastupidav teravate kivikildude servade purustavale toimele. Kandepind profileeritakse mitmesuguselt (joon. 749), millega püütakse kandepinnale anda tugevamat sõidutee pinna haaramist. See väldib ratta



Joon. 748. Õhukummirehv.
1 — kandepind, 2 — külgpind, 3 — pöiavõru.

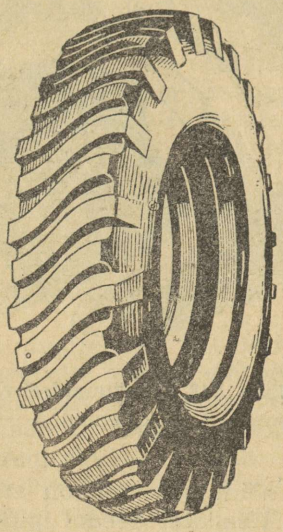
libisemist sõiduteel, mis on eriti oluline märgadel, libedatel teedel pidurdamisel, et vältida auto viitamist. Autod, mida kasutatakse rasketel, pehmetel ja poristel teedel, samuti lumistel teedel, varustatakse tugevhaardeliste kandepinnaliste rehvidega (joon. 750).

K u m m i r e h v i k ü l g p i n d võtab vastu kummirehvi läbipaindumised, seepärast ta peab olema väga elastne, õhuke, et läbipaindumisel mitte liigselt ei



Joon. 749. Kummirehvi protektorid.

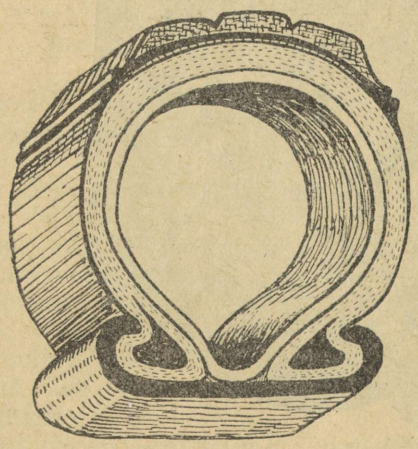
kuumeneks, kuid vastupidav rehvis valitsevale õhurõhule. Kummirehvi külgpinna väliskummikiht kaitseb niiskuse tungimise eest rehvi sisemistesse kudedesse.



Joon. 750. Tugevhaarde-profiiliga kummirehv.

Kummirehvi põiavõru abil asetatakse ja sidestatakse rehv rattapöiaga. Seepärast peab see olema ka vastavalt ehitatud.

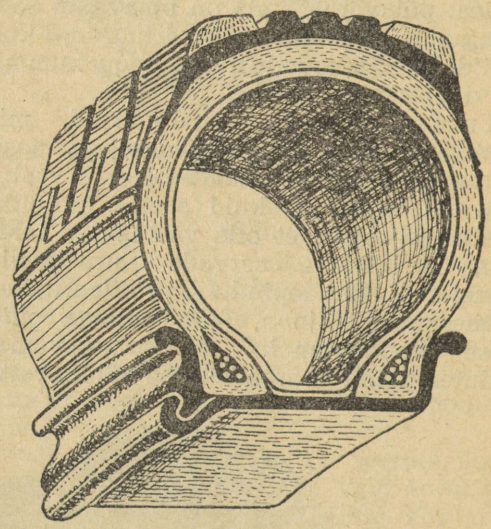
Varematel aegadel kummirehvidel kasutatud äärikpöiavõrud (joon. 751) on nüüd täielikult kõrvale jäetud, sest rattapöia terav ja roostes serv rikkus selle põiavõru riidest koed, põiavõru venis välja ja kaldus rattapöialt maha tulema, eriti kui õhuvoolik sõidul tekkinud rikke tõttu järsult tühjenes. Ning kui see juhtus auto eesrattal, takistades rooli kasutamist, võis põhjustada raskema autoõnnetuse.



Joon. 751. Kummirehv äärik-põiavõruga.

Praegu kasutatakse eranditult traadist põiavõrusid (joon. 752), mis kindlustavad kummirehvi kindlat asetust rattapöial. Siin on põiavõrusse asetatud hulgast terastraadist koosnev vits, mis ei lase põiavõru välja venida.

Traadist põiavõrud nõuavad küll rattapöidade eriehitust, mis võimaldavad mittevenitatavat põiavõru peale monteerida (vaata lk. 392), kuid see-eest ei riku rattapöia terav serv kummirehvi, ning rattapöia äärerõnga väljapoole painutatud serv võimaldab takistamatut tuge sõidul läbipainduvale kummirehvile.



Joon. 752. Kummirehv traatpõiavõruga.

Kummirehvi aluskude peab olema küllalt tugev, et vastu pidada rehvis valitsevale õhurõhule, kuid sealjuures elastne ja läbipainduv, et teekonaruse tõukeid vähem kanduks üle autokerele. Ühtlasi peab kummirehvi aluskude olema vastupidav ratta tee konarusel veeremisel tekkivatele löökidele ja kaitsema teravkehade sissetungimist õhuvoolikusse.

Praegu kasutatakse kummirehvide aluskoe valmistamiseks puuvilla ja kunstsiidi. Tavaliselt on see selleks otstarbeks eriti valitud puuvill, mida kasvatatakse kliimaliselt selleks sobivaimates maakohtades. Selle kiud peavad olema eriti vastupidavad tõmbele ja sagedastele

läbipaindumistele, mis tekivad ratta veeremisel ja tee konarustest.

Varemkasutatud tavaline riieristkude (joon. 753 *a*) ei sobinud kummirehvi töötamistingimustele, sest ristikoetud niidid hõõrdusid ratta veeremisel vastumisi, pudenedes sellest ja kuumenedes hõõrdumisest, mis muutis rehvi kummi hapraks. Selline kude polnud küllalt elastne, mis avaldus kõrgendatud sõidutakistuses.

Praegu kasutatakse eranditult nn. cord-kude. See on kude, mis koosneb pikiniitidest, hoitud koos vaid mõnest üksikust ristipõimitud niidist (joon. 753 *b*) või ainult pikiniitidest (joon. 753 *c*). Need niidid pole üksteisega seotud, vaid jooksevad paralleelselt üksteisega ning on kummiga immutatud. Seega need niidid ei puuduta üksteist ega saa ka vastastikku hõõrduda.

Kummirehvide aluskude koosneb mitmest cord-koe kihist, mis asetatakse oma niitidega nurgi (tavaliselt 45°) rattapõiale, üks kiht teise suhtes ristamisi või moodustades 60° nurga. Cord-koe kihtide arv sõltub rehvi mõõdetest ja määratud õhurõhust rehvis. Näiteks kõrgerõhurehvidel kuni 12 kihti, madalrõhurehvidel kuni 6 kihti.

Cord-kude on palju painduvam kui ristkude, sellest valmistatud rehvid sobituvad paremini erinevaile sõidutee konarustele, on elastsemad ja avaldavad vähemat takistust veeremisel.

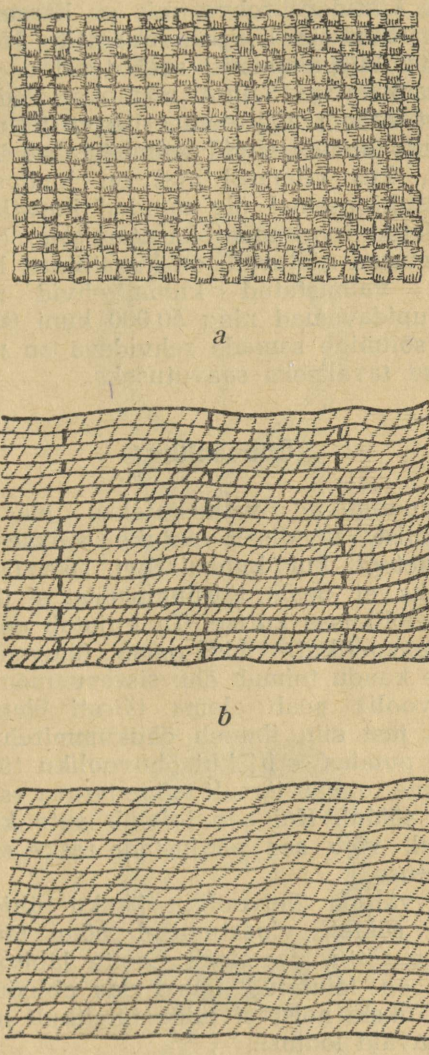
Cord-koe kasutamisele võtmine võimaldas valmistada kummirehve, mis on sobivamad autode töötamistingimustele. Kuna ennem kasutati peamiselt nn. kõrgerõhurehvisid, kus õhurõhk rehvis oli, sõltuvalt rehvi mõõdetest, 5 kuni 7 at, siis on praegu üle mindud nn. madalrõhurehvidele (balloonrehvid), kus kasutatakse keskmiselt 1,5 kuni 4,5 at rõhku.

Võrreldes kõrgerõhurehvidega on madalrõhurehvid umbes poole madalama õhurõhuga, suurema ristlõikega, seega suurema õhumahutusega, ja ehituslikult vähema arvu cord-riide kihtidega.

See annab madalrõhurehvidele rea paremusi.

Madal õhurõhk võimaldab suurema õhumahutuse juures rappumisvabamat sõitmist ka halbadel teedel, mis teeb sõidu mugavamaks, kaitseb autokere sidestuskohtade lahtilogisemisest, radiaatori lõhenemist ja muude auto üksikagregaatide ja sidestuskohtade murdumist.

Suurema elastsuse tõttu paindub rehv sõidutee konaruse kühmul läbi, mille tõttu pole vaja kasutada osa mootori



Joon. 753. Riie- ja cord-kude.
a — riie-ristkude, b — cord-kude üksikute ristipõimitud niitidega, c — cord-kude ainult pikiniidist.

võimsusest auto ületamiseks sõidutee konaruse kühmudest, vaid kasutatakse mootori võimsust otstarbekamalt auto edasiliikumiseks. Auto keskmine sõidukiirus on suurem, sest madalrõhurehvidel on võimalik halvemaid sõiduteeosi läbida suurema sõidukiirusega. Rehvi

suurema ristlõike tõttu on rehvi kokkupuutepind sõiduteega suurem, mis tõstab sõidukindlust, pidurdamiskindlust ja teelpüsimist, eriti libedatel ja jäätunud teedel. Madalam rõhk võimaldab ehitada õhemate seintega ja vähema arvu cordriide kihtidega rehve, mis on kergemad, elastsemad ja läbipainduvamad. Nende käsitsi täispumpamist saab teostada kergema vaevaga. Samuti rikutakse sõidutee katet vähem väiksema erisurve tõttu.

Auto kummirehvid valmistatakse kummist, kus viimasel ajal on loodusliku kautšuki asemel üle mindud kunstlikult toodetud toorkummi kasutamisele. Nagu tulemused näitavad, on kunstlikust kummist valmistatud kummirehvid palju vastupidavamad ning 50 000 kuni 60 000 km sõitmine samade rehvidega on muutunud tavaliseks saavutuseks.

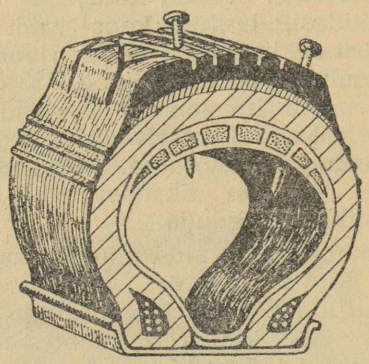
Õhuvoolikud

Õhuvoolikud valmistatakse elastsest kummist, tavaliselt natuke väiksemate mõõdetega kui kummirehvi sisemõõted, selleks et peale täispumpamist ei jääks õhuvoolikusse kortse. Ta kujutab endast rõngasvoolikut, mis omab õhuventiili, mille kaudu toimub õhu sissepumpamine. Õhuvoolik peab olema täiesti õhutihe, kuid just siin ilmneb õhukummirehvide suur puudus, eriti kui õhuvooliku tühjenemine toimub järsult mõne terava eseme otsa sõidul. Kui see toimub auto kiirel sõidul, võib see põhjustada raske autoõnnetuse.

Et vältida õhuvooliku järsku tühjenemist sõidul, vigastumisel mõne terava eseme tõttu, peamiselt naelte läbitorgetest, on leiutatud terve rida abinõusid, kuid ükski neist ei täida täielikult neile pandavaid lootusi.

Üheks abinõuks on õhuvoolikusse asetatavad patenteeritud kleepained, vedelikud või pulbrid, mis augu tekkimisel õhuvoolikusse viiakse august väljavoolava õhuvooluga kaasa ja sattudes avasse ummistavad selle, takistades õhu edasist väljavoolamist. Nende kasutamise pearaskus seisab selles, et neid kleepaineid või pulbreid pole võimalik õhuvoolikut katki lõikamata vooliku sisse viia, sest õhuventiili ava on selleks liiga väike. Teiseks koondub sissepandud aine auto sõidul tsentrifugaaljõu tõttu vaid õhuvooliku välimisele ringile, jättes küljed kaitseta. Seepärast nimetatud aineid õhu väljavoolamise takistamiseks õhuvoolikust kuigi palju ei kasutata, pealegi kaotavad nad seistes oma omadusi.

Õhu väljavoolamise vältimiseks läbitorgetel kasutatakse õhuvoolikuid, milledel on väline pind kahekordne ning vaheseintega eraldatud osadesse, mis on täidetud kleepuvast kummist massiga. Läbitorkel kleepuv kummimass takistab õhu väljavoolamist (joon. 754).



Joon. 754. Torkekindel õhuvoolik.

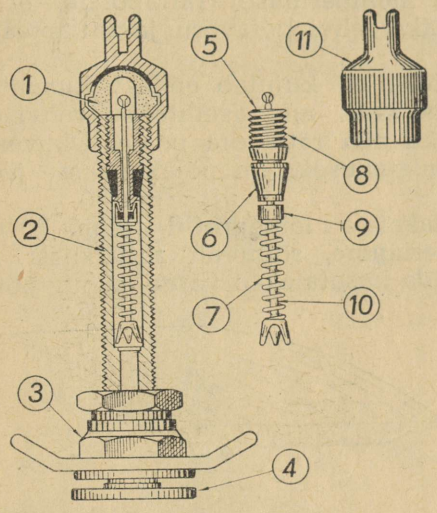
Õhuventiil

Õhu sissepumpamiseks ja väljalaskmiseks varustatakse õhuvoolik õhuventiiliga. Õhuventiil võimaldab pumpamisel õhule pääsu õhuvoolikusse, kuid suleb automaatselt pumba surve lakkamisel õhule väljapääsu õhuvoolikust.

Õhuventiil (joon. 755) koosneb ventiili kerest, mille alumises otsas on äärik õhuvooliku külge kinnitamiseks. Kinnitamine toimub mutri ja seibi abil. Ava servad õhuvoolikus, mille külge kinnitatakse õhuventiil, tugevdatakse tavaliselt ühe kummi ja ühe riidest kihiga.

Õhuventiili keres asetseb ventiilisüdamik. See koosneb niplist, mille ülemine osa on keermestatud ja alumine, kooniline osa kaetud kõvast kummist tihenduspinnaga. Nippel on läbi puuritud ning seal asetseb vabalt ventiiliklapi varras. Niplist väljaulatuvale ventiiliklapi vardale on paigutatud vedru, mis kergelt surub ventiiliklapi vastu nipli ava alumist serva. Sissekeeratuna kohalepaigutatult väldib ventiilisüdamiku kooniline tihenduspind õhu väljapääsu ventiilisüdamiku ja ventiilikere vahelt. Ventiiliklapp aga takistab õhu väljapääsu ventiilinipli läbi-

puuritud ava kaudu, küll aga võimaldab pumba survel õhule pääsu õhuvoolikusse. Täispumbatud õhuvoolikul aitab õhurõhk ventiiliklappi tugevamalt suruda vastu nipli ava serva, millega see seal veelgi tiheneb.

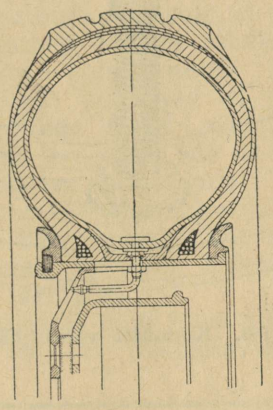


Joon. 755. Õhuventiil.

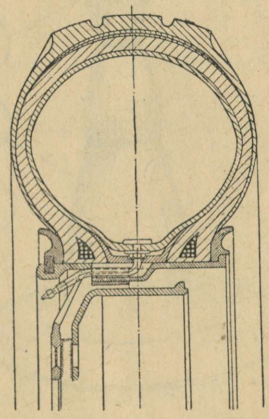
1 — kummitihend, 2 — ventiilikere, 3 — mutter, 4 — ventiiliäärik, 5 — ventiilisüdamik, 6 — ventiilinipli tihenduspind, 7 — ventiiliklapi vedru, 8 — ventiilisüdamiku nippel, 9 — ventiiliklapp, 10 — ventiiliklapi varras, 11 — ventiilikübar.

Kui on vaja vähesel määral õhku õhuvoolikust välja lasta, siis surutakse mõne tikukesega ventiiliklapi varras allapoole, millega avaneb ventiiliklapp ja õhk pääseb välja. Kiiremaks õhu väljalaskmiseks tuleb ventiilisüdamik välja keerata. Ventiilisüdamiku sisse- ja väljakeeramiseks saab kasutada ventiilikübarat, mille ülemine ots on sellele vastavalt valmistatud. Kuid ventiilikübar pole mitte ainult selleks ja pealekeeratult ventiilikerele olla kaitseks tolmu pääsemise vastu ventiilisüdamiku vahele, vaid ka teiseks õhu väljapääsu tihenduseks, milleks ventiilikübar omab sees kummist tihendit. Tuleb siiski hoiduda liiga tugevast ventiilikübara pealekeeramisest, kui ventiilisüdamik õhku läbi laseb, sest see võib rikkuda kummist tihendi.

Vastavalt auto rattapöia konstruktsioonile kasutatakse sirgventiiliga (joon. 724), nurkventiiliga (joon. 756) ja kõverventiiliga õhuvoolikuid (joon. 757). Viimasel ajal minnakse üle kõverventiili kasutamisele, kuna see võimaldab autoratastele ehitada vähe suurema läbimõõduga piduritrumlid. Nagu jooniselt 724 selgub, on sirgventiil kinnitatud rattapöia avasse mutri abil. Viimased on aga nurkventiilil ja kõverventiilil ära jäetud, kuna rattapöia külge kinnitatud ventiil rebis õhuvooliku katki, kui sõidul järsku tühjenenud õhuvoolik koos kummirehviga rattapöia suhtes auto pidurdamisel pöörles. Mõnedel õhuvoolikutel on õhu-



Joon. 756. Nurkventiil.

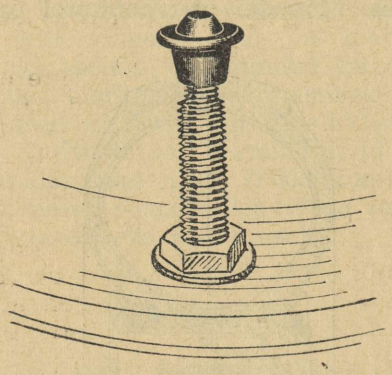


Joon. 757. Kõverventiil.

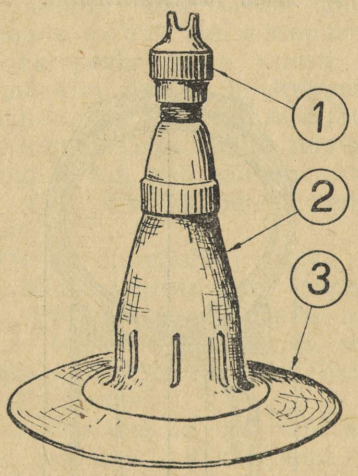
ventiil tolmu kaitseks kaetud veel kas metallist või kummist tolmukaitsekapsliga (joon. 724, 758).

Eespool nimetatud õhuventiili kere on valmistatud vasest. Viimasel ajal aga kasutatakse sõiduautodel kummist õhuventiili keresid (joon. 759). Need on kergemad, mistõttu ratas on enam tasakaa-

lustatud. Kummirehvi pöördumisel koos õhuvoolikuga rattapöia suhtes, kui õhuvoolik tühjenes, tõmbub kummist õhuventiili kere hõlpsamalt läbi rattapöias oleva ventiiliava rehvi sisse ega rebi õhuvoolikut katki. Kummist õhuventiili kere vulkaniseeritakse oma äärikuga õhuvooliku külge. Selle sees on terasspiraalvedru, mis hoiab ventiilile antud



Joon. 758. Kummist ventiilikübar.



Joon. 759. Kummist ventiil.
1 — ventiilikübar, 2 — kummist ventiilikere, 3 — kinnitusäärik õhuvoolikule.

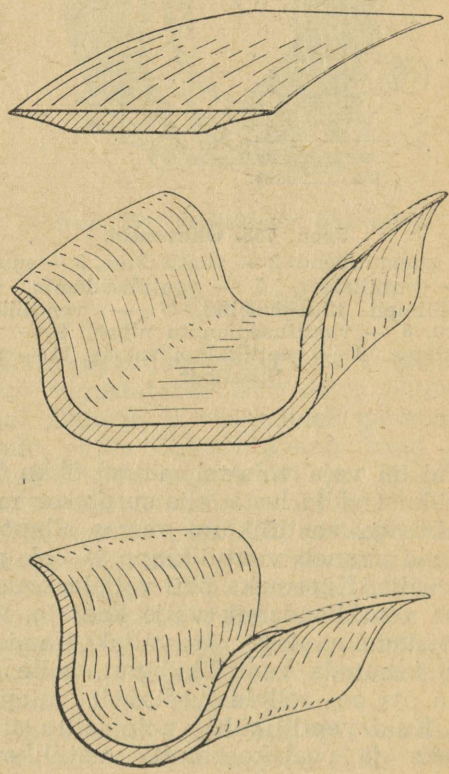
kuju. Õhu tihendamine ventiilis toimub samasuguse ventiilisüdamikuga, kui tavaliselgi ventiilil, selleks on kummiventiilikere sisse vulkaniseeritud vaskpuks. Selle ots ulatub ventiilikerest välja, ning võimaldab ventiilikübara kinnitamist.

Pöiakaitse

Pöiakaitse takistab täispumbatud õhuvoolikut kokku puutumast rattapöiaga, ja olles elastne, kaitseb õhuvoolikut vigastuste eest hõõrdumisel vastu rattapöida. Samuti kaitseb pöiakaitse õhuvoolikut rehvi monteerimisel rattapöiale, et see ei jääks rehvi pöiavõru ja rattapöia vahele.

Pöiakaitse kujutab endast kummi- ja riiekoe linti, mis asetatakse rehvi õhuvooliku alla rattapöia peale. Õhuventiili väljaulatumiseks on pöiakaitsesse jäetud ava.

Pöiakaitse lõikeprofiil (joon. 760) on mitmesugune, sõltuvalt rattapöiast, millel seda kasutatakse (sirge, sügav pöid).



Joon. 760. Pöiakaitsete profiilid.

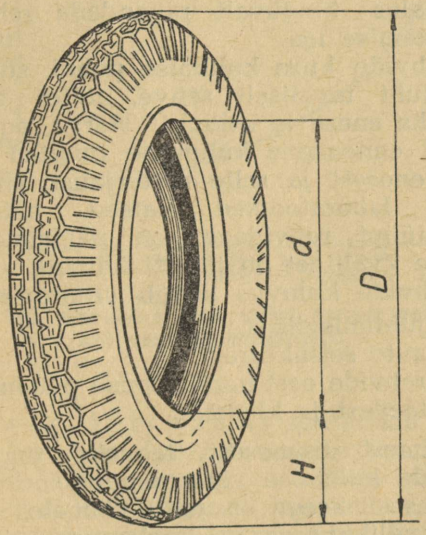
Kummirehvide mõõted ja lubatud koormus

Kummirehvide mõõted, milliseid tuleb autol kasutada, on sõltuvalt auto suurusest, tüübist, koormatusest ja sõidukiirusest tehase poolt määratud. Jõuvankrijuhi ülesanne on rehvidele ettenähtud õhurõhust ja koormatusest kinni pidada.

Kummirehvide mõõted on märgitud rehvi külgpinnale. Samas leidub rehvide tootja tehase nimetus, tootmise aeg ja rehvi number.

Rehvi lubatav koormatus määratakse rehvitehase poolt sõltuvalt rehvide mõõdetest, ettenähtud rõhust ja cord-koe kihtide arvust.

Et oleks võimalik eraldada kõrgerõhuja madalrõhurehvisid, märgitakse need isesuguselt.



Joon. 761. Kummirehvi mõõted.

Kõrgerõhurehvid märgitakse tollimõõdetes, näiteks 34×7, 36×8, 34×7½ jne. Siin tähendab eesmine arv kummirehvi välist läbimõõtu (joon. 761) ja tagumine arv rehvi profiili kõrgust tollides.

Madalrõhurehvide märkimine erineb selle poolest, et rehvi profiili kõrgus märgitakse samuti tollides, kuid täisarvule tollides järgneva kümnendmurruga, näiteks 32×6,00, 33×6,50 jne.

Viimasel ajal on aga madalrõhurehvide kohta enam kasutatav rehvi profiili kõrguse ja rattapöia läbimõõdu märkimine, näiteks 6,00—20, 6,50—20, 5,00—16 jne. See võimaldab otseselt näha, millise mõõtelise rattapöiale rehv sobib, ja seda pole vaja mitte arvutada, nagu eespool.

Mõnedes maades on üle mindud tollimõõdete kasutamiselt meetermõõtudele, näiteks 880 × 135. Siin tähendab eesmine arv rehvi läbimõõtu ja tagumine arv rehvi profiili kõrgust mm-tes.

Suurema osa rehvide laius vastab rehvi profiili kõrgusele H (joon. 761), kuid võib ka kõikuda piirides H = (1,01—1,15) rehvi laiust.

Rehvi valmistamise aeg märgitakse rehvi külgpinnale järgmiselt Я VII 44, kus Я tähendab rehvi tehase nimetuse esimest tähte (Jaroslavli tehas), rooma number VII — valmistamise kuud ja arv 44 — valmistamise aastat 1944.

Õhuvoolikutele märgitakse värviga mõõted, millise rehvi suurusele on õhuvoolik määratud.

Kuigi autotehase poolt on ette nähtud autol kasutada näiteks rehvid 6,00 × 20, võib võtta kasutamisele ka rehvid 6,50 × 20, kui porilauad ei takista kõrgema profiiliga rehvi paigutamist, sest pöia mõõde on sama. See on ette nähtud rehvide suhtes „tugevdatud" mõõde. Tugevdatud mõõdetega rehvisid on soovitav võtta kasutamisele, kui rehvid peavad pidevalt töötama ülekoormatult ja halbadel teeoludel.

Alljärgnevalt olgu toodud tabel kodumaistel autodel kasutatavate rehvide kohta.

Auto nimetus	Rehvi tüüp	Rehvi mõõted	Cord-koe kihtide arv	Rõhk rehvis atü	
				eesratastel	tagaratastel
Sõiduautod					
Kim-10	Madalrõhurehvid	5,00—16	4	1,8	2,0
Gaz-M-1	„	7,00—16	4	1,5	2,0
Zis-101	„	7,50—17	6	2,3	2,75
Veoautod					
Gaz-A	„	5,50—19	4	2,0	2,2
Gaz-AA	„	6,00—20	6	2,8	3,0
Zis-5	Kõrgerõhurehvid	34×7	10	5,0	5,5
Zis-16	„	36×8	10	5,0	5,5
Jag-6	„	40×8	12	7,0	7,0

Nõukogude Liidus on üles seatud normid kummirehvidega sõidetavate kilomeetrite arvu kohta, millede ületamisel makstakse jõuvankrijuhtidele preemiat. Ülesseatud normid on järgmised:

Rehvi mõõted	Normitud kilomeetrite arv	
	I ja II sort	III sort
10,50—20, 11,25—20	40 000	—
40 × 8, 34 × 7, 9,00—20	30 000	27 000
6,50—20, 6,00—20, 7,00—16, 7,50—17, 5,50—16	21 000	18 000

Alljärgnevalt olgu toodud tabel rehvi lubatavate koormatuste kohta enamkasutatavate rehvimõõdete juures.

Sõiduautode rehvide lubatud koormus

Rehvi mõõted	Lubatav koormus kg	Ettenähtud rõhk atü
5,00—16	300	1,50
	325	1,75
	350	2,00
5,50—16	400	1,50
	425	1,75
	450	2,00
6,00—16	500	1,75
	525	2,00
	550	2,25

Veoautode ja autobuste rehvide lubatud koormus

Rehvi mõõted	Lubatav koormus kg	Kiiruse juures km/h	Ettenähtud rõhk atü
6,00—20	850	30	
	825	45	
	775	65	3,75
	750	75	
	700	90	
6,50—20	975	30	
	950	45	
	900	65	4,00
	875	75	
	825	90	
7,00—20	1075	30	
	1050	45	
	1000	65	4,25
	980	75	
	910	90	
7,50—20	1400	30	
	1360	45	
	1300	60	5,25
	1200	75	
	1150	90	
8,00—20	1525	30	
	1475	45	
	1400	60	
	1300	75	5,50
	1200	90	
9,00—20	1875	30	
	1800	45	
	1700	60	5,75
	1575	75	
	1400	90	
10,50—20	2250	30	
	2175	45	
	2075	60	6,00
	1950	70	
	1800	80	
12,00—20	3050	30	
	2925	40	
	2750	50	6,25
	2500	60	
	2250	70	

Kummirehvide kulumine, rikked ja hooldamine

Auto kasutamiskuludest moodustab rehvide uuendamine võrdlemisi suure osa, millest on tingitud iga autovaldaja soov — sõita enne nende läbikulumist võimalikult palju kilomeetreid.

Rehvide kulumine sõltub väga paljudest teguritest. Suurem osa neist teguritest, mis mõjutavad rehvide kulumist, olenevad juhtimisviisist ja auto mehaanilisest seisukorrast, ja neid tundes on võimalus tunduvalt pikendada rehvide kasutamise iga.

Rehvide kiire kulumise puhul süüdistab juht tavaliselt rehve, jättes süüst vabaks enese ja sõiduki. Harva aga on rehvi enneaegne kulumine tingitud rehvist enesest ja selle materjalist. Hulgalised laboratoorsed katsed mitmete samatüüpi rehvidega on näidanud, et nende kvaliteet on täiesti ühtlane.

Rehvide kuluvus sõltub alljärgnevast:

1) juhtimisviisist,
2) auto seisukorrast,
3) rehvide eest hoolitsemise puudusest,
4) teedest ja kliimast.

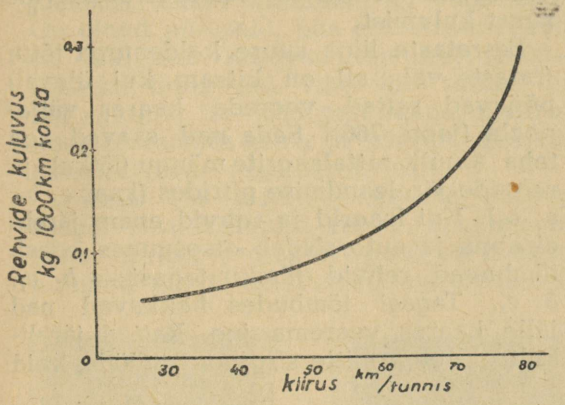
Kolmest esimesest tegurist tingitud rehvide kulumise vähendamine on juhi võimuses. Seega on juhil võimalus oma asjatundlikkusega ja hoolsusega pikendada rehvide iga. Katsed samatüüpi rehvidega ühesugustel autodel samades teeoludes näitavad, et korralik juht võib rehvide kasutamise iga pikendada kahekuni kolmekordseks. Praegusel ajal pole enam harulduseks, et korralik juht sõidab rehvidega 45 000 km.

Juhtimisviisist olenev rehvide kulumine

Juht, kes sõiduki paigaltvõtmisel ja peatamisel on ettevaatlik ega ületa sõitmisel 60 km tunnikiirust, kulutab rehvisid kaks korda vähem kui see, kes alati kihutab, igal tänavanurgal kiirust pidurdamisega vähendab ja mootori täisvõimsust kasutades võtab kiiresti tagasi täiskiiruse.

Kiirus on olulisimaid rehvide kulumise põhjuseid. Nagu rehvide kulumisdiagrammist nähtub (joon. 762), ei kasva kuluvus 25 km ja 50 km tunnikiiruse vahel nii järsult, kui 50 km ja 80 km tunnikiiruse vahel. Rehvide kuluvus 80 km tunnikii-

ruse juures on kaks korda nii suur, kui 50 km tunnikiiruse juures, või teiste sõnadega, üks km sõidetult 80 km tunnikiirusega hõõrub rehvilt kaks korda rohkem kummit maha, kui sõidetult 50 km tunnikiirusega. Sõidetud tee pikkus on mõlemal juhul üks ja sama, kuid rehvide kuluvus aga on suure kiirusega kaks korda suurem.



Joon. 762. Kiiruse suurenemisel kasvab rehvide kuluvus mitmekordselt.

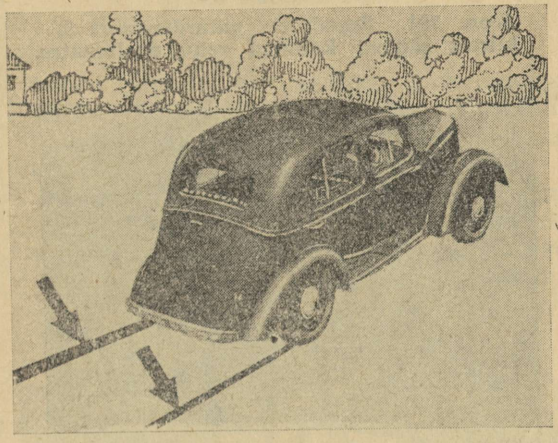
Järsk kiirendus suurendab rehvide kuluvust. Juht, kel on harjumuseks paigalt võtta järsult, saavutada kiiresti täiskiirust ja väiksemalt kiiruselt kiiresti üle minna suuremale kiirusele, kulutab palju enam rehve, kui juht, kes need ülemineku sooritab aeglasemalt ja rahulikumalt. Järsul kiirendamisel tekib rehvi ja maapinna vaheline libisemine, tähendab, teekonna pikkus, mis ratta rehvid teevad, on pikem kui teekond, mille sõiduk katab samal ajal. Kui näiteks rehvi ümbermõõt on 2 m, peaks sõiduk rehvi ühe pöördega edasi liikuma ka 2 m, kuid kiirendamisel liigub sõiduk edasi näiteks ainult 1,9 m. Tähendab, ratas on libisenud 0,1 m võrra. See maapinna ja ratta vaheline libisemine ongi, mis kulutab rehve. Mida järsumalt toimub kiiruse juurdevõtmine, seda suurem on ratta libisemine ja vastavalt ka rehvide kulumine.

Kiiruse juurdevõtmine, näiteks 70 km tunnikiiruselt 80 km tunnikiirusele, kulutab rehve palju rohkem kui näiteks kiiruse juurdevõtmine 20 km tunnikiiruselt 30 km tunnikiirusele. Sellepärast peab just suurematel kiirustel oldama ettevaatlik kiiruse juurdevõtmisega.

Pidurdamine kulutab veelgi rohkem rehve kui kiiruse juurdevõtmine. Sellepärast peab hoiduma asjatust ja sagedast pidurdamisest. Aeglane ja pikaldane pidurdus ei kuluta rehve niivõrd, kui järsk ja tugev pidurdus. Oleme kõik näinud järsult pidurdatava sõiduki rehve jätmas tänavale musti jälgi. Need on kummi küljest mahahõõrutud kummiterakesed (joon. 763).

Pidurdamisel tekib samuti kui kiirendamiselgi rattarehvi ja maapinna vaheline libisemine, mis aga on vastupidine kiirendamisel tekkivale libisemisele, sest siin rehvid teevad libisemise võrra lühema teekonna kui sõiduk. Kuid tagajärg on ikkagi samane — rehv kulub libisemisel. See on põhjus, miks juht, kes on harjunud sõidukit sagedasti pidurdama, kulutab rehve rohkem kui juht, kes ettenägelikult väldib olukordi, kus on vaja kiiret pidurdamist.

Samadel põhjustel kuluvad rehvid rohkem linnasõidul, kus sagedane kiiruse juurdevõtmine ja pidurdamine on vajalik, kui maanteesõidul, kus kiirus on pidevalt ühtlane.

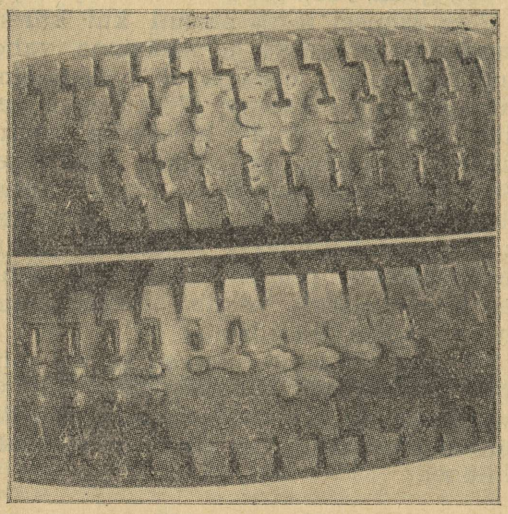


Joon. 763. Nooltega näidatud pidurdamisjäljed on mahahõõrutud kummiosakesed.

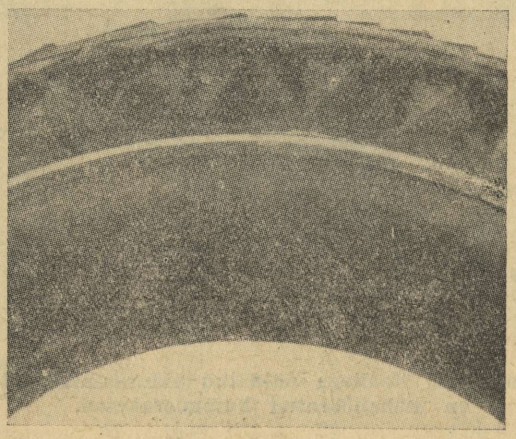
Katsetel on selgunud, et rehvide kuluvus autol, mis peatub 4 korda ühe km jooksul, on 8 korda suurem kui ühekordsel peatumisel.

Sagedasest pidurdamisest ja kiirest sõidust kulunud rehvi on kerge tunda, sest protektori ribi kulub ühest otsast rohkem kui teisest (joon. 764). Kui selliselt kulunud rehvi vaadata küljelt, meenutavad protektori kulunud ribid saehambaid (joon. 765). Selline hambuliseks kulunud rehv esineb ainult eesratastel (tagarataste

veo puhul), sest siin pidurdamine mõjutab rehvi protektori ribisid ainult ühesuunaliselt. Tagarataste rehvid ei kulu hambuliseks, sest auto edasiviimise jõud mõjutab rehve vastupidiselt pidurdamisjõule, kulutades seetõttu protektori ribisid ühtlaselt.



Joon. 764. Sagedasest pidurdamisest ja kiirest sõidust kulunud rehv pealtvaates.



Joon. 765. Sagedasest pidurdamisest ja kiirest sõidust kulunud rehv külgvaates.

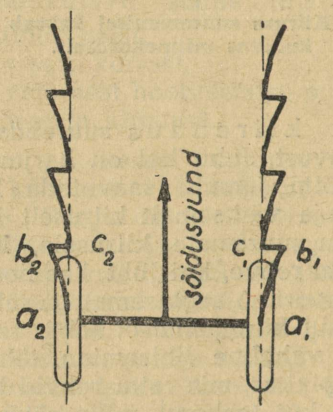
Kui eesrataste rehvid on kulunud hambuliseks, on soovitatav rehvid rattail keerata ümber või vahetada eesrattad omavahel, et rehv kuluks ka teisesuunaliselt.

K ä ä n a k u t e v õ t m i s e l suure kiirusega koormatakse väliseid rehve sõiduki tsentrifugaaljõu mõjul, mis põhjustab suurendatud rehvide kulumist.

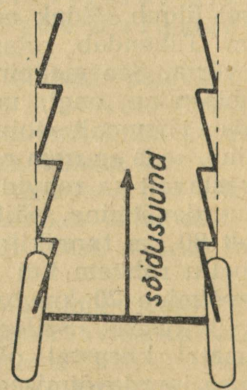
A u t o s e i s u k o r r a s t t i n g i t u d k u l u m i n e

Rehvide kulumise vähendamiseks peaks iga autovaldaja vahete-vahel pöörama tähelepanu autoosadele, mis mõjutavad rehvide kulumist. Esmajoones eesrataste õigele asendile, sest tegelikus elus esineb kõige enam juhtumeid, kus eesrataste valeasend põhjustab eesrataste rehvide suurt kulumist.

Eesrataste liiga suure kaldenurga tõttu (rataste vahe all on kitsam kui üleval) püüavad rattad veereda kaares väljapoole (joon. 766). Seda nad saavad aga teha ainult rattalaagrite mängu (lõtku) ja rehvide järeleandmise piirides (kaar a_1 b_1, a_2 b_2). Kui laagrid ja rehvid enam järele ei anna ja auto sõidab otsesuunas edasi, tõmbuvad rehvid järsku tagasi — b_1 c_1, b_2 c_2. Tagasi tõmbudes hakkavad nad jälle kaares veerema jne. Rattad järelikult ei veere mitte sirgjoont mööda, vaid



Joon. 766. Liiga suur kaldenurk eesratastel põhjustab rehvide ristilibisemist.

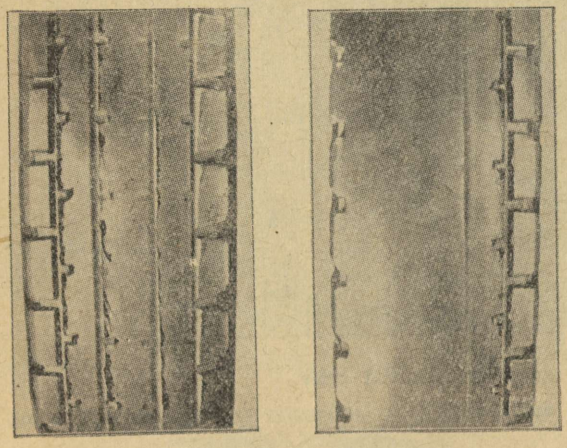


Joon. 767. Eesrataste ebaõige kokkujooks põhjustab rehvide ristilibisemist.

murdjooneliselt, milles põigiti libisemised järgnevad tihedalt üksteisele. Selline rehvide veeremine vahelduva põigiti libisemisega kulutab rehve kiiresti.

Sagedaim eesrataste rehvide kulumine on tingitud rataste ebaõigest kokkujooksust. Siin tekib samuti rataste ristilibisemine, mis aga on eelmisele vastassuunaline (joon. 767). Valest eesrataste kokkujooksust tekkiv kulumine on väga suur. On olnud juhuseid, kus eesrataste rehvid sel põhjusel kuluvad täielikult 1000—1500 km läbisõidul. Tihti võib sellisel juhul autojuht ise viga parandada, kontrollides eesrataste seisu ja kõrvaldades vea paralleelvarda reguleerimisega.

Joonis 768 kujutab eesratta ebaõige asendi tõttu kulunud rehvi. Selgesti on näha, et üks protektori pool on rohkem kulunud kui teine. Pealegi narmendavad



Joon. 768. Eesratta ebaõige asendi tõttu kulunud rehvid.

protektori profiili servad, mis tõendab, et rehvid on kulunud ristilibisemise tagajärjel.

Lahtine, katkine või kulunud eesratta laager ja juhtimisseadise ühenduste logisemine põhjustavad eesrataste rehvide ebaühtlast kulumist (joon. 769), mida omalt poolt soodustavad rehvi puudulik õhurõhk ja ebaühtlaselt reguleeritud pidurid.

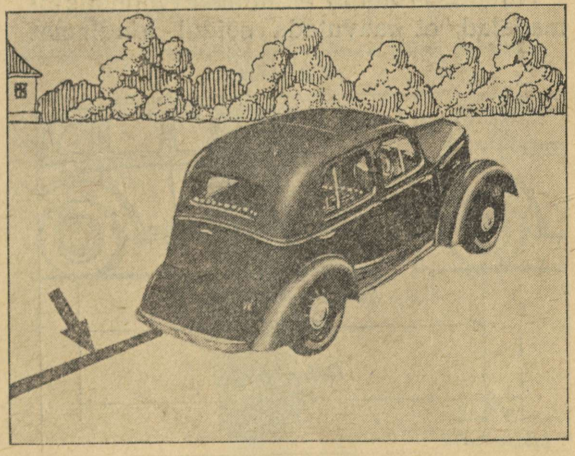
Ebaühtlaselt reguleeritud pidurid on rehvide suurimaks vaenlaseks. Sel puhul plokeeritakse pidurdamisel ratas, mille pidur on kõvemini pingutatud, kuna teised rattad samal ajal veel pöörlevad. Plokeeritud ratas lohiseb seetõttu pidurdamisel mööda maad, jättes maapinnale



Joon. 769. Eesratta logisemise tõttu ebaühtlaselt kulunud rehv.

musta joone. Kui selline pidurdamine toimub suurel kiirusel, võib protektor plokeeritud rattal kohati läbi kuluda mõne pidurdusega (joon. 771).

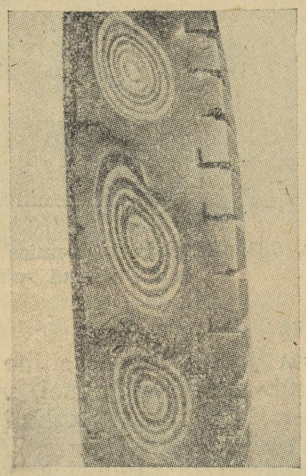
Tagaratastel kuluvad rehvid rohkem kui eesratastel (tagarataste veo puhul), sest peale veeremise ja pidurdamise nad annavad sõidukile üle liikumapaneva jõu. Jõu üleandmisel tekib tagarataste rehvi

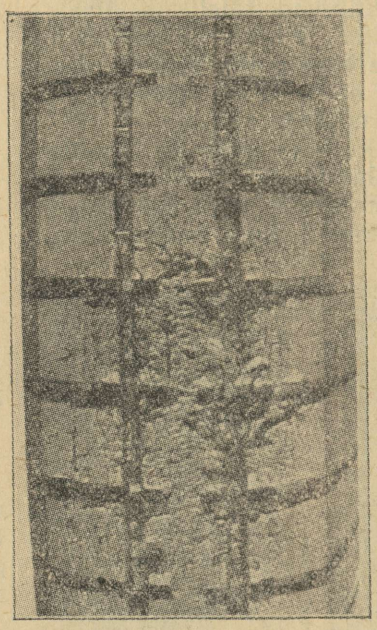


Joon. 770. Ebaühtlaselt reguleeritud pidurite puhul plokeeritud vaid üks ratas.

libisemine maapinnal (joon. 772). Kui näiteks ratta ümbermõõt on 2 m, peaks auto rataste 50 pöörde jooksul edasi liikuma 100 m, tegelikult aga liigub auto edasi ainult 95 m. Tähendab, rattad on libisenud 5 m ehk 5%. Eesratastel sellist libisemist ei teki, sest need veerevad vabalt ümber telje. Keskmiselt peavad tagaratta rehvid vastu 45—60% eesratta rehvidest.

teelpüsimist ja väiksemat õhutakistust. Madalam auto vajab väiksema läbimõõduga rehve. Võrreldes kahte rehvi, üks 45 sm läbimõõduga ja teine 55 sm läbimõõduga, näeme, et väiksema läbimõõduga rehv teeb 100 km kohta 13 000 pööret rohkem kui suurema läbimõõduga rehv ja sellepärast on ta kuluvus suurem. Rehvi kuluvus on sõltuv ka automootori võimsusest. Tugev mootor kulutab jõu

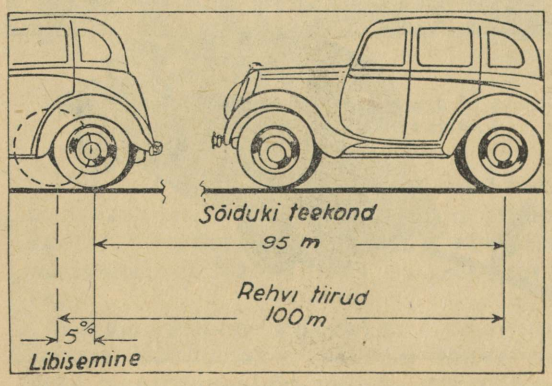




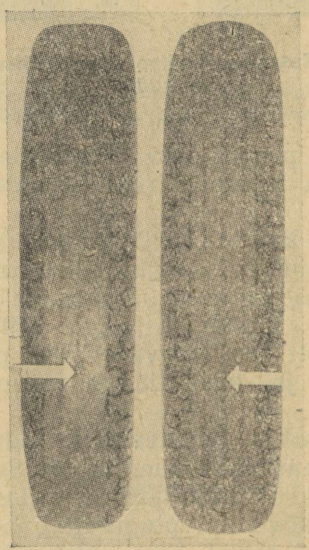
Joon. 771. Ratta plokeerimise tagajärjel rikutud rehv.

Ka paindunud või viltused teljed ning rataste „vibamine" põhjustavad rehvide kuluvuse suurenemist.

Nüüdisaja autod ehitatakse võimalikult madalad, et saavutada sõidul kindlamat



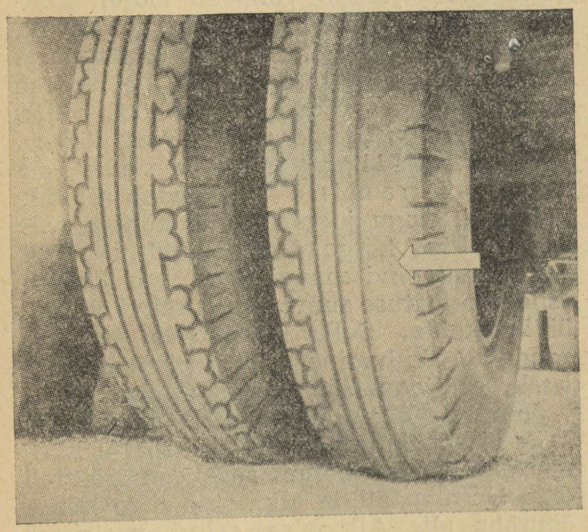
Joon. 772. Veorataste libisemine suurendab rehvide kulumist.



Joon. 773. Võimsam mootor põhjustab suuremat rehvide kulumist.

suurema ülekande tõttu rehvi rohkem kui nõrgajõuline mootor. Joonisel 773 on toodud kaks ühemõõtelist rehvi, mis on sõitnud ühesugustes teeoludes võrdse arvu kilomeetreid võrdse koormatusega. Vasakpoolne rehv kuulub 125 HJ autole ja parempoolne 85 HJ autole. Vasakpoolne on märgatavalt rohkem kulunud kui parempoolne.

Paindunud tagasilla ja kaksik-tagarataste puhul kannatab sisemise ratta sisemine serv ülekoormatuse all, mistõttu see kulub rohkem (joon. 774). Selline kuluvus võib olla tingitud ka sagedasest sõitmisest kumeral teel.



Joon. 774. Seespoolse tagaratta rehvi sisemine serv kulub rohkem.

Rehvide kulumine hoolitsemise puudusel

Õige hoolitsemisega on võimalik märksa pikendada rehvide kasutamise iga. Suurem osa autovaldajate kaebusi rehvide kohta võib kirjutada puuduliku rehvide eest hoolitsemise arvele. Kõige olulisem on siin õige õhurõhk. Autorehvide valmistajad tehased kulutavad katseteks suuri rahasummasid, mis määravad rehvide vajaliku õhurõhu suurema vastupidavuse saavutamiseks. Rehvide kasutajad peavad vaid kinni pidama tehase eeskirjadest, et kindlustada rehvide pikemat iga. Iga väiksemgi kõrvalekaldumine eeskirjast põhjustab suurendatud rehvide kuluvust.

Juba ⅓-atmosfääriline vähemrõhk põhjustab 25% rohkemkulumist, mis tekib peamiselt rehvide ülekuumenemisest.

Rehv kuumeneb kahel põhjusel:

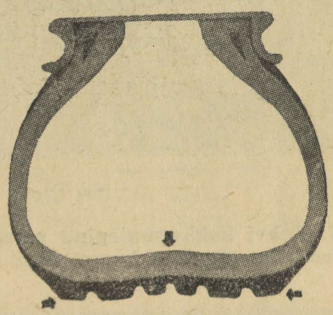
a) hõõrdumisest maapinnal ja

b) sisemisest hõõrumisest.

Maapinna ja rehvi vahelisest hõõrdumisest tekkiv soojus ei ole olulise tähtsusega. Sisemisest hõõrumisest tekkivat soojust põhjustab rehvi profiili pidev läbipaindumine rehvi veeremisel koorma all.

Puuduliku õhurõhuga suurenevad läbipaindumised, mis põhjustab kuumuse tõusu sisemise hõõrdumise tagajärjel. Kuumuse mõjul pehmeneb rehvi materjal ja hakkavad hargnema üksikud riidekiud. Kuumus teeb pikapeale kummi hapraks, mis omalt poolt aitab kaasa rehvi kiirele kulumisele.

Joonisel 775 on toodud näide, kuidas puuduliku õhurõhuga rehv paindub koorma all läbi. Rehvi küljed painduvad üleliigselt ja protektori keskpaik vajub sügavale, jättes suurema osa koorma raskusest protektori äärte kanda. Puuduliku õhurõhuga sõidetud protektorit tuntaksegi sellest, et protektori ääred on rohkem kulunud kui keskkoht (joon. 776).



Joon. 775. Puuduliku õhurõhuga rehv paindub liigselt läbi.



Joon. 776. Puuduliku õhurõhuga kuluvad protektori servad rohkem kui keskkoht.



Joon. 777. Rehvi kokkupuutepind maapinnaga on puuduliku õhurõhu korral liiga suur.

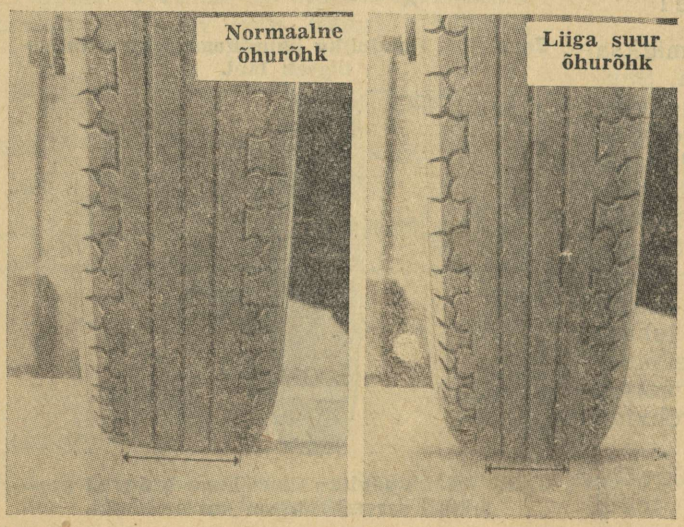
Joonisel 777 näeme, et puuduliku õhurõhuga rehvi kokkupuutepind maapinnaga on suurem kui täispumbatud rehvil. See omalt poolt raskendab juhtimist, põhjustab suuremat kütusekulu ja eesrataste vibamist.

Juhtide arvamine, et rehvide kuumenemine on tingitud maapinna ja rehvi vahelisest hõõrdumisest suurel sõidukiirusel, üldiselt ei pea paika. Selline rehvide kuumenemine tekib vaid võidusõiduautodel võiduajamistel.

Maapinna ja rehvi vahelisest hõõrdumisest tekkiv soojus ei kandu rehvi sisemusse, kummi halva soojusjuhtivuse tõttu, vaid jahtub välisõhu mõjul. Kuumus aga, mis mõjub rehvile kulutavalt, tekib rehvi sisemisest hõõrdumisest, ja kogunedes rehvi sisemusse, ei pääse kummi halva soojusjuhtivuse tõttu välja, mistõttu rehvi temperatuur järjest tõuseb.

Samuti liiga tugev rehvide täispumpamine suurendab rehvide kulumist. Nagu jooniselt 778 nähtub, väheneb liiga kõrge õhurõhu tõttu rehvi kokkupuutepind maapinnaga, mis kutsub esile koormatuse suurenemist rehvi pinnaühiku kohta. Selle tagajärjeks on kiirendatud kulumine rehvi jooksupinna keskosas (joon. 779).

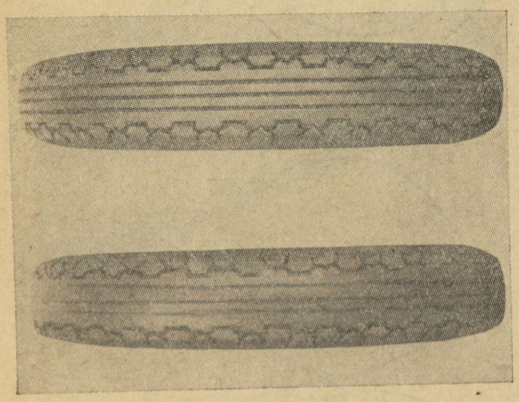
Joonisel 780 on toodud võrdluseks kaks rehvi, mis on katnud ühepalju kilomeetreid. Pealpoolne rehv on sõitnud õige õhurõhu all ja allpoolne liiga kõrge õhurõhu all. Allpoolse rehvi protektor on keskelt silmanähtavalt rohkem kulunud kui pealpoolne. Selline kulumine on liiga kõrge õhurõhuga sõitnud rehvi tunnuseks.



Joon. 778. Õhurõhu suurenedes väheneb rehvi kokkupuutepind maapinnaga.



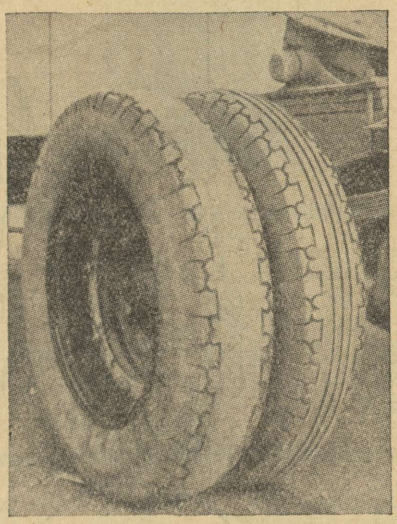
Joon. 779. Liiga kõrge õhurõhu puhul rehv kulub keskelt rohkem.



Joon. 780. Võrdselt sõitnud rehvid: peal — normaalne, all — liiga kõrge õhurõhuga.

Ka rehvide vale asetamisega võib suurendada rehvide kulumist. Joonisel 781 on toodud näide, kuidas ei peaks tagaratastele asetama rehve (kaksikrataste puhul). Tavaliselt asetavad juhid kaksik-tagaratastele rehvid nii, nagu näha pildil — uus rehv asetatakse sisemisele rattale ja tarvitatud rehv välimisele. Sel kombel on juhil vähem vaeva kulunud rehvi vahetamisega, sest vana rehv vigastub rutem kui uus.

Tegelikult aga peab kaksikrataste puhul asetama kulunud rehv sisemisele rattale, kuna selle läbimõõt on väiksem kulumata rehviga ratta läbimõõdust. Selliselt jäävad mõlemad rehvid ühtlaselt kandma kumeral maanteeprofiilil. Rehvide vastupidisel asetusel kannab koormat peamiselt uus rehv, kuna ta läbimõõt on suurem, ja seetõttu koormatakse seda üleliia. Mõlemas tagumises rehvis peab olema võrdne õhurõhk, et nad oleksid ühtlaselt koormatud.



Joon. 781. Vale rehvide asend. Kulunud rehviga ratas tuleb alati panna sissepoole.

Ülekoormatus mõjub rehvile samuti kui puudulik õhurõhk, jättes rehvile samad tunnused.

Parempoolsed rehvid kuluvad enam kui vasakpoolsed, samuti kulub protektori sisemine pool enam kui välimine. Et saavutada kõikide rehvide ühtlast kulumist, on vajalik rehvid ettenähtud ajavahemike järel auto all ümber asetada. See toimub tavaliselt sõiduautodel 5000—6000 km järel ja veoautodel 6000—8000 km järel. Joonisel 781-*a* on toodud rehvide õige ümberasetamise skeemid kahe- ja kolmeteljeliste autode kohta. Ümberasetuse juures tuleb aga arvestada rehvi protektori kulumist, mille tõttu ei saa alati täpselt toodud ümbervahetuse korrast kinni pidada. Eesmistele ratastele asetatakse

juhtimiskindluse tõstmiseks ja õnnetuste ärahoidmiseks vähem kulunud rehvid.

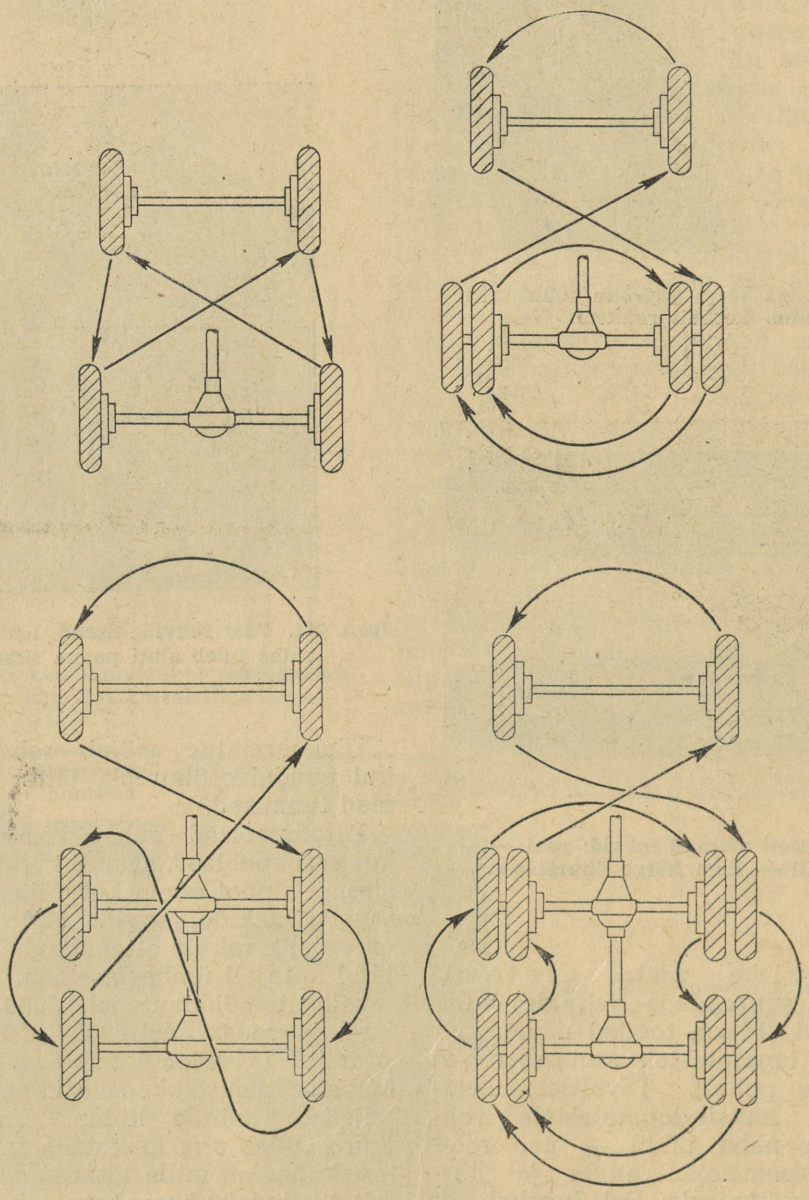
Rehvi rattale monteerimisel tuleb arvestada ka protektori profiili mustrit. See on eriti oluline tugevhaarde-protektoriga rehvide kasutamisel. Õige ratta pöörlemise suund on tavaliselt noolega tähendatud rehvi külgpinnal. Selle puudumisel seada protektori profiili laieneva mustriga sõidusuunda (joon. 781-*b*).

K o o r m a e b a õ i g e a s e t u s põhjustab samuti rehvide ülekoormatust. Seepärast peab koorem asetatama sõidukile selliselt, et sõiduki rattad oleksid koormatud ühtlaselt.

Puuduliku õhurõhuga sõitnud rehvi tunnuseks on lahtine riiekude seespool rehvi (joon. 782), kuna soojenedes pehmeneb rehvi kude ühendav kummi.

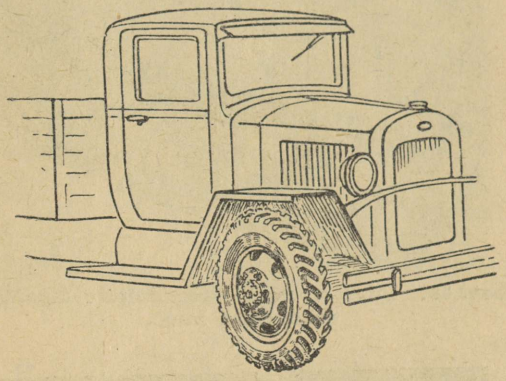
T e e - j a k l i i m a o l u d e s t t i n g i t u d k u l u m i n e

Parimaks sõiduteeks rehvide vähese kulumise mõttes on tänavad korraliku

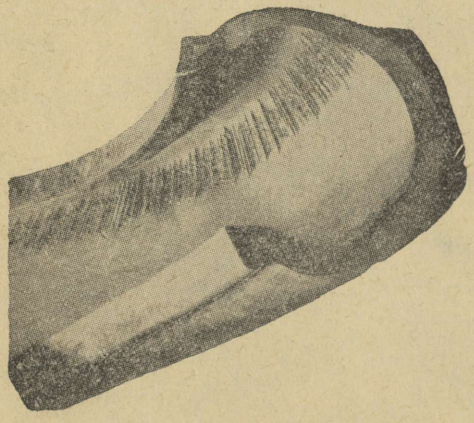


Joon. 781-a. Rehvid ümber asetada selliselt.

puitpakk-sillutisega, kuna asfaltteed kulutavad rehve 10% ja kruusatatud teed 30% rohkem. Halvimad on teed lahtise kivikillustikuga. Joonisel 783 näeme ülesvõtet rehvist, mis on sõitnud sellistel teedel.



Joon. 781-b. Protektor laieneva mustriga asetada sõidusuunda.

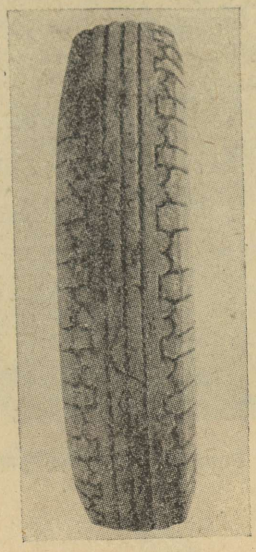


Joon. 782. Puuduliku õhurõhuga sõitnud rehv seestpoolt.

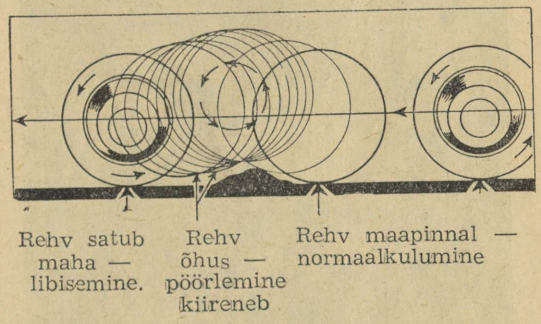
Auklikud ja konarlikud teed soodustavad rehvide kulumist. See on tingitud rataste ja maapinna vahelisest libisemisest. Ratas, veeredes hooga üle maantee konaruse, satub hetkeks õhku ja maapinna takistusest vabanedes hakkab kiiremini pöörlema (joon. 784). Uuesti maapinnale langedes tekib rehvi libisemine ja ühtlasi liigne kulumine.

Mägistel teedel on rehvide kulumine suurem kui lausmaal. Mäkkesõidul suureneb rehvide töö ja allasõidul ollakse sunnitud pidevalt kasutama pidureid, mis suurendab rehvide kulumist.

Meie õhutemperatuur ei mõjuta märgatavalt rehvide kulumist, küll aga troopikamaades, kus autovaldajad peavad seda arvestama.



Joon. 783. Kuidas lahtine kivikillustik lõhub rehve.



Joon. 784. Tee konarused tekitavad rehvi liigset libisemist.

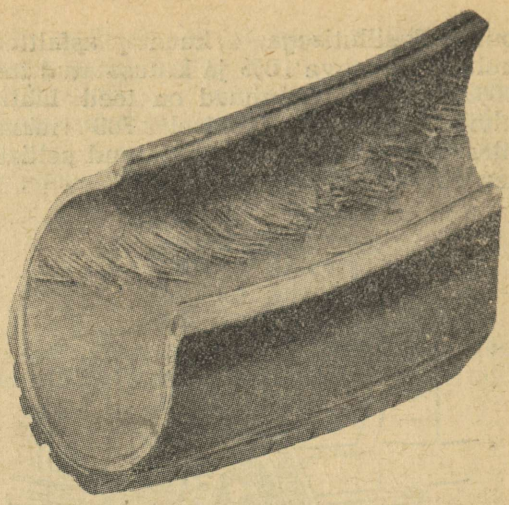
Rehvide rikked ja vigastused

Rehvide vigastused tekivad harva rehvi halva materjali või valmistusviisi tagajärjel. Rehvide vigastused on peamiselt tingitud halvast hooldamisest ja hooletust sõidutee valikust.

Suurema osa rehvide vigastusi põhjustab puudulik õhurõhk. Puuduliku õhurõhuga või tühja rehviga sõites (joon. 785 ja 786) rebeneb rehvi sisekude liiga suure läbipaindumise tõttu (joon. 787), mida omalt poolt soodustab puuduliku õhurõhu tagajärjel tekkiv rehvi kuumenemine. Samal põhjusel võib rehvi sisekude pragunedagi. Pragu võib tekkida rehvi profiili ülemises või alumises servas.



Joon. 785. Puudulik õhurõhk põhjustab rehvi vigastusi.



Joon. 787. Liiga suure läbipaindumise tagajärjel rebenenud kude.



Joon. 788. Nii võib vigastuda rehv.



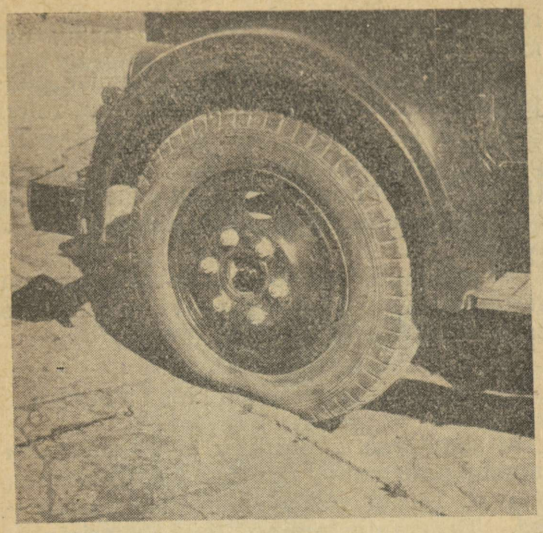
Joon. 786. Tühja rehviga ei tohi üldse sõita.

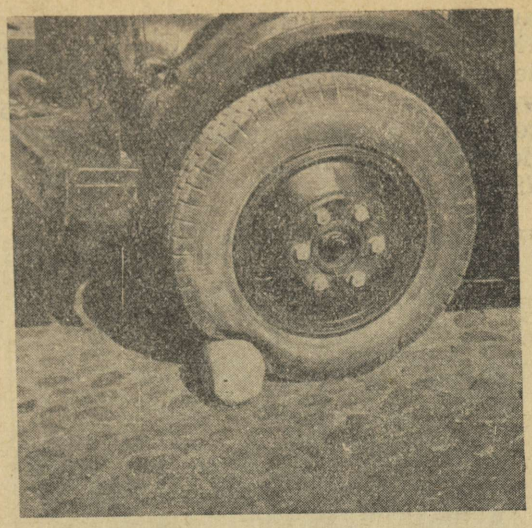
Sõites puuduliku õhurõhuga rehvil auklikul teel, üle kivide või vastu kõnnitee äärt (joon. 788, 789 ja 790) ei suuda rehv tekkivat lööki täiel määral vastu võtta, mille tagajärjel rehvi külg surutakse rattapõia ja kivi vahele (joon. 791).

Sellest tekkiva vigastuse suurus oleneb löögi tugevusest ja rehvi õhurõhust. Heal juhul võib saadud löök vigastada rehvi sisekoe ühte või paari kihti, kuid tugevamal löögil võib rehvi küljes tekkida auk või koguni kaks (joon. 792).

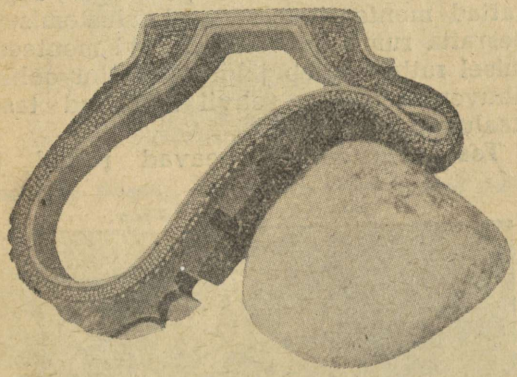
Teel juhtunud rehvivigastuse, ka väikese augugi, võib katta lapiga, nn. „mansetiga", ja rehvi kasutada edasisõidul. Kui aga sellise ajutiselt parandatud rehviga sõita kaua, siis rebeneb auk sõidul suureks, manseti ja rehvi vaheline hõõrdumine soojendab rehvi, mistõttu riiekude puruneb ja rehv muutub kõlbmatuks (joon. 793).

Teravad kivid võivad rehvi sisekoesse torkida auke (joon. 794). On juhtumeid,

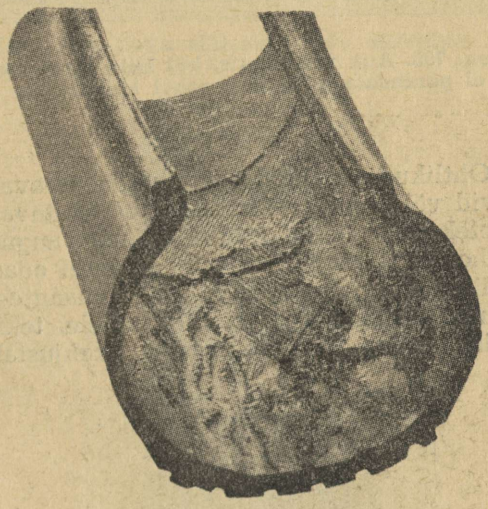




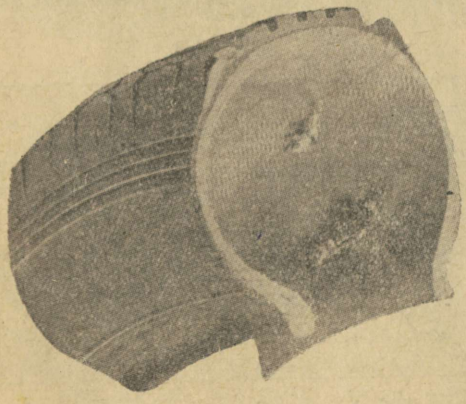
Joon. 789 ja 790. Nii võib vigastuda puuduliku õhurõhuga rehv.



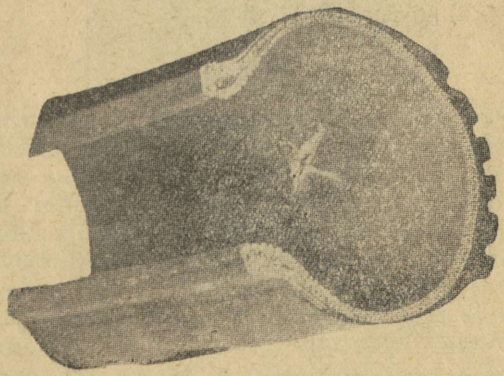
Joon. 791. Läbilöömine vigastab rehvi riiekihte.



Joon. 793. Õigeaegselt mitteparandatud sisemise riiekihi vigastus muudab rehvi kõlbmatuks.

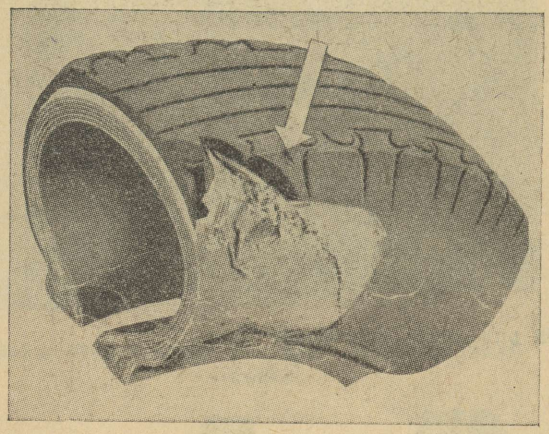


Joon. 792. Niisugused on läbilöömise tagajärjed.



Joon. 794. Terava kivi poolt tekitatud auk.

kus terav kivi lööb augu ainult rehvi riiekihtidesse, jättes protektori pealt terveks. Ka selline auk tuleb kohe lasta vulkaniseerida, sest edasisõidul tekib rehvil esmalt paisutatud koht, mis lõhkedes võib rehvi muuta kõlbmatuks (joon. 795).



Joon. 795. Auk protektoris, kui seda õigeaegselt ei parandata, põhjustab rehvi kõlbmatuks muutmist.

Ohtlikud on ka augud, mida teravad kivid või muud teravad esemed tekitavad protektorile (joon. 796), kuigi need augud vahel ei ulatugi riiekihtideni, kuid edaspidisel kasutamisel surub end maanteekruus protektori ja riiekihi vahele, tekitades sinna liivapesa. See kahjustab rehvi ja põhjustab selle koha kuumenemist.

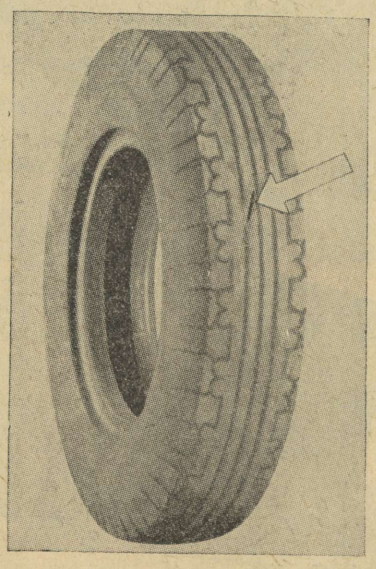
Ka kiirus on tihti rehvi lõhkemise põhjuseks. Suurel kiirusel kuumenev rehvi materjal — kummi — ei suuda vastu panna ülepingutustele ja rehv lõhkeb (joon. 797). Seda soodustab omalt poolt õhu kuumenedes tekkiv õhurõhu tõus rehvis.

Vigastunud, roostes või terava servaga rattapöid võib rikkuda rehvi, purustades selle riiekihte (joon. 798).

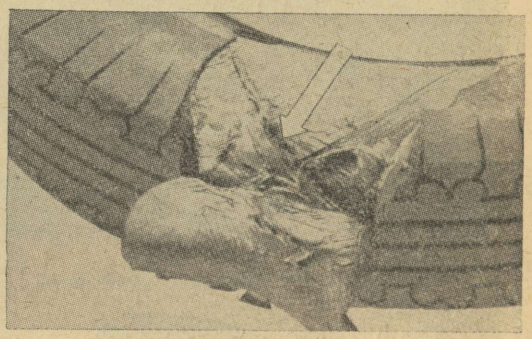
Rataste tasakaalustamine

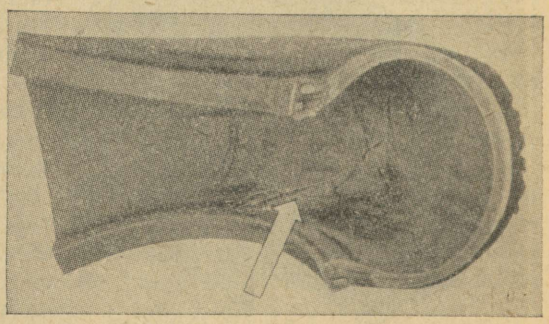
Et saavutada rahulikku ja vibamisvaba rataste pöörlemist suurtel sõidukiirustel, peavad rattad olema hästi tasakaalustatud. Tasakaalustamine toimub eripinkidel, ratas koos pealemonteeritud rehviga. Eripingi puudumisel võib seda küllaldase täpsusega teha monteerituna käändteljel. Selleks tõstetakse auto eestelg üles, et rattad saaksid vabalt pöörelda. Tagarattad monteeritakse tasakaalustamiseks eesratta rummule. Kummirehvi monteerimisel rattale tuleb jälgida, et õhuvooliku õhuventiil satuks rehvil märgitud tasakaalumärgi kohta.

Tasakaalustamisel peavad rattad ja



Joon. 796. Väikesedki augud protektoris on ohtlikud.



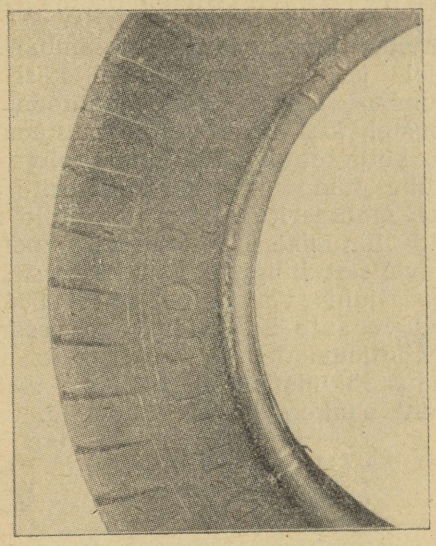


Joon. 797. Liigse kiiruse tagajärjel lõhkenud rehv.

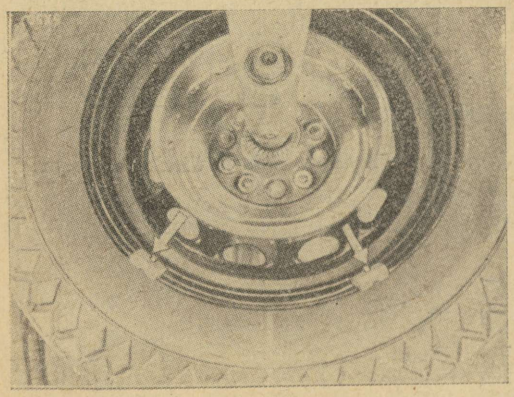
rehvid olema täiesti puhtad ja vabalt, kuid logisemata pöörlema käändteljel.

Tasakaalustamiseks kinnitatakse rattapöia ääriku külge selleks ettenähtud vihid (joon. 799), valides nende asukoht selliselt, et ratas jääks igas asendis käändteljel tasakaalu.

Joonisel 800 on toodud ekstsentrilisuse kontrollimise viis.



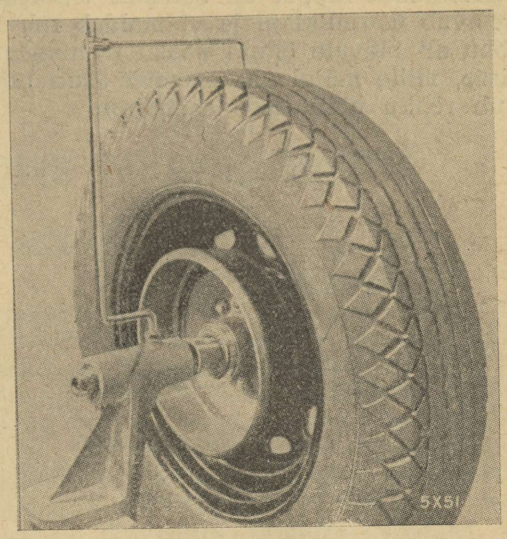
Joon. 798. Roostes või terava servaga pöid purustab rehvi riiekihte.



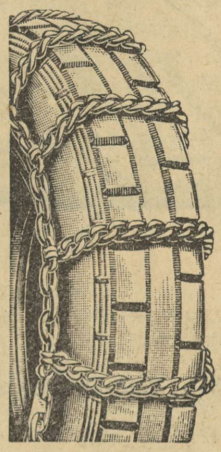
Joon. 799. Ratta tasakaalustamine raskuste abil.

Lumeketid

Et vältida rataste libisemist sõidul lumistel teedel, asetatakse auto kummirehvidele lumeketid (joon. 801). Levinumad on terasketid. Jäätunud teedel tuleb ketid maha monteerida, kuna nendega on sõitmine jääl veel libedam kui ilma, peale rikuvad nad kõval pinnal sõites kummirehvi protektorit.



Joon. 800. Ratta ekstsentrilisuse mõõtmine.



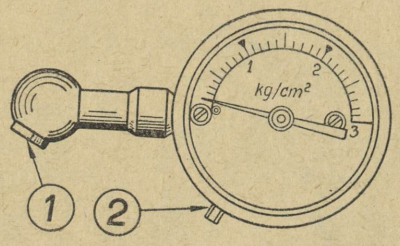
Joon. 801. Lumekett kummirehvil.

Õhurõhu mõõtmine

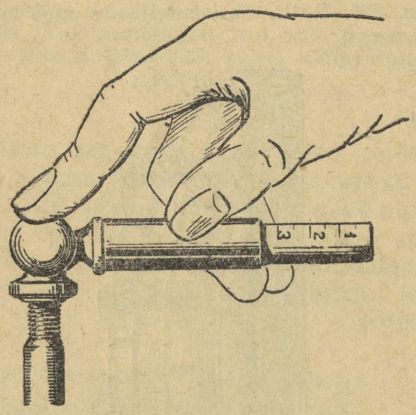
Kummirehvide kasutamisiga pikendamiseks on eriti oluline ettenähtud õhurõhu määrast kinnipidamine. Selleks tuleb rehvide täispumpamise määr vähemalt kord päevas enne väljasõitmist kontrollida. Kontrolliks kasutada manomeetrit (joon. 802). Silma järgi rehvi läbipaindumisest otsustada rehvi õige õhusurve üle on täiesti lubamatu, samuti jalaga või haamriga rehvile lüües — kõla järgi.

Õhurõhu mõõtmiseks tuleb mano-

meetri nippel suruda vastu õhuventiili, millel on ventiilikübar maha võetud. Manomeetri nippel on selliselt ehitatud, et avab ventiiliklapi ja võimaldab rehvis rõhu all olevale õhule pääsu manomeetrisse, mille mõjul manomeetri osuti nihkub rõhku näitavasse asendisse.



Joon. 802. Rehvide õhurõhumõõtja.
1 — ava ventiiliga ühendamiseks, 2 — osuti nullpunkti seadmise nupp.



Joon. 803. Pulk-õhurõhumõõtja.

Rehvide kontroll-manomeetril jääb osuti rõhku näitavasse asendisse ka siis, kui see on õhuventiili küljest ära võetud.

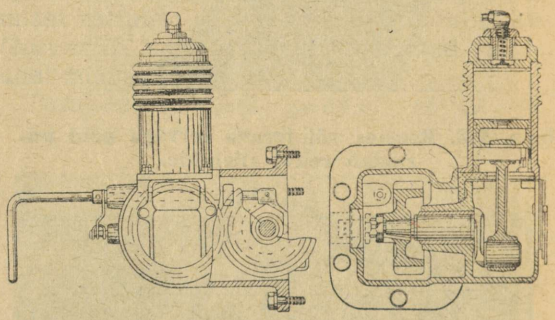
Osuti nullpunkti viimiseks tuleb näpuga suruda manomeetri küljel olevale nupule.

Osuti-manomeetri kõrval kasutatakse ka pulk-manomeetrit (joon. 803).

Rehvide täispumpamine

Rehvide täispumpamine toimub sõiduautodel ja kergeveoautodel käsi- või jalapumba abil. Raskeveoautodel ja autobustel, kus kasutatakse suuremõõtelisi ja kõrgerõhulisi õhukummirehve, toimub õhu pumpamine kompressorite abil, mis on monteeritud otseselt autole ning saavad liikumise kas otseselt mootorilt või tavaliselt käigukastist. See säästab jõuvankrijuhi vaeva. Joonisel 804 on toodud veoauto Zis-5 õhukompressor.

Bensiinijaamades, garaažides ja autoparandustöökodades kasutatakse statsionaarseid õhukompressor-seadmeid.



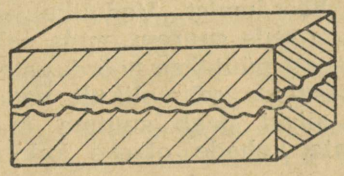
Joon. 804. Veoauto Zis-5 õhukompressor.

X. AUTODE ÕLITAMINE JA MÄÄRIMINE

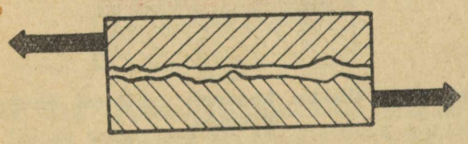
AUTOÕLID JA MÄÄRDED

Õlitamise vajadusest

Jälgides auto üksikosade töötamist näeme kõikjal üksteise suhtes liikuvaid osi: kolvid liiguvad suure kiirusega mootori silindrites, võllide tapid pöörlevad laagrites, rattad pöörlevad kuul- ja rull-laagritel, hammasrataste hambad veerevad ja liuglevad üksteisel jne.



Joon. 805. Suurendatult on ka täiesti sile pind krobeline.



Joon. 806. Hõõrdumine — pinnakrobelisuse kõrgemad kohad riivavad teineteist vastamisi.

Vaadeldes mootori silindri pinda mitmesajakordse suurenduse all näeme, et silindri pind, mis paljale silmale näib olevat peegelsile, ei ole siiski mitte täiesti sile, vaid krobeline (joon. 805). Samuti krobelised on kolbide ja kolvirõngaste pinnad, võllitappide, laagrite, hammasrataste hammaste jne. pinnad. Kui kolb liigub silindris, riivavad kolvi krobelise pinna kõrgemad kohad silindri pinna kõrgemaid kohti, kutsudes esile hõõrdumist või teiste sõnadega öeldud, takistust liikumisele (joon. 806).

Kõikide üksteise suhtes liikuvate kehade vahel on hõõrdumine. Kui lükkame näiteks raamatut laual edasi, tekib raamatu ja laua vahel hõõrdumine, mis takistab raamatu edasilükkamist. Kui liikuvate kehade vahel ei oleks hõõrdumist, liiguks kord liikuma pandud keha lõpmatult või seni, kui mõni muu väline jõud peatab selle keha. Hõõrdumine raskendab kehade vastastikust liikumist. Hõõrdumisel tekib soojus. Füüsikast tunneme seadust, et energia ei kao ega teki, vaid muutub oma kujult. Kui lükkame näiteks kera põrandal veerema, siis veereb see kuni hõõrdumine kera ja põranda vahel veeremise vaibutab; seejuures ei kao kera veerema panemiseks kulutatud energia, vaid muutub hõõrdumisel soojuseks.

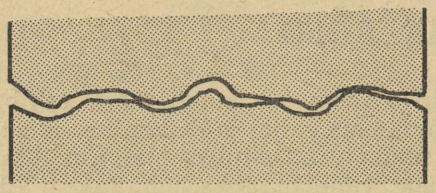
Hõõrdumise suurus oleneb väga mitmetest teguritest. Need on:

1) pindadevaheline ristsurve,
2) liikumiskiirus,
3) temperatuur,
4) keha materjal,
5) pindade seisukord ja
6) kehade vahele sattunud ained (õli, liiv, vesi jne.).

Hõõrdumine paigalseisvate kehade vahel nende liikuma panemisel on palju suurem kui liikuvate kehade vahel. Näiteks auto paigaltvõtmiseks on vaja märksa suuremat jõudu kui liikuva auto liikumise alalhoidmiseks. Põrandal asetseva raske kasti paigalt nihutamiseks on vaja suuremat jõudu kui ta liikumisel nihutamise jätkamiseks. Kirjeldatud nähtust võib seletada sellega, et paigalseisval kehal pinnakrobelisuse kõrgemad kohad on teise keha pinnakrobelisuse nõgusates kohtades, mispärast kõrgemate kohtade väljatõukamine teise keha lohukestest vajab rohkem jõudu (joon. 807).

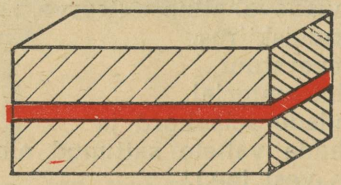
Kui raamatut lükata laual edasi, tekib laua ja raamatu vahel teatava suurusega hõõrdumine. Raamatule veel paari raamatu pealepanemisel suureneb hõõrdumine raa-

matu ja laua vahel. Kui suurendame raamatu edasilükkamise kiirust, suureneb ka hõõrdumine. Hõõrdumine sõltub suuresti hõõrduvate kehade materjalist. Vastavalt sellele valitaksegi auto üksikosade valmistamiseks tarvitatav materjal. Näiteks mootori laagrite valmistamiseks valitakse babiit, sest babiidist laagrite ja terasest väntvõllitappide vahel on hõõrdu-



Joon. 807. Ühe keha pinnakrobelisuse kõrgemate kohtade väljatõukamine teise keha lohukestest vajab rohkem jõudu.

mine väike. Pidurlintideks, mis peavad olema võimalikult suure hõõrdumisvõimega, valitakse vasktraat-asbest. Mida siledamad on üksteise suhtes liikuvad kehad, seda väiksem on nende hõõrdumine. Hõõrduvate kehade vahele sattuvaist aineist mõjuvad mõned hõõrdumist vähendavalt (õli), kuna teised seevastu jälle suurendavad hõõrdumist.

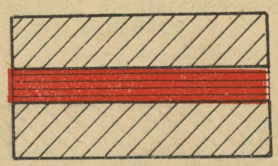


Joon. 808. Õlikile takistab hõõrduvate kehade kokkupuutumist.

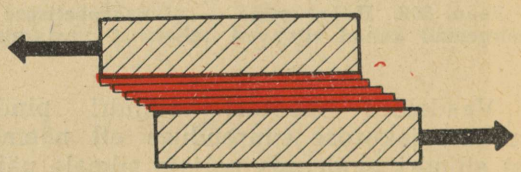
Hõõrdumise vähendamiseks surutakse auto vastastikku liikuvate üksikosade vahele hõõrdumist vähendavat ainet — õli. Seda tegevust nimetatakse õlitamiseks. Kuna õlitamine vähendab hõõrdumist auto üksikosade vahel, väheneb üksikosade hõõrdetakistuse võitmiseks kuluv mootori võimsuse osa ja suureneb auto edasiliikumiseks kasutatav osa. Teisiti väljendatult — vastastikku liikuvate ükiskosade hõõrdumise vähendamise järel kulutame vähem kütust auto sisehõõrdumise võitmiseks.

Hõõrdumist ei ole võimalik täiesti kõrvaldada. Kui hästi me auto hõõrduvaid üksikosi ka õlitaksime, kui siledaks me ka teeksime vastastikku hõõrduvaid osi või kui sobivat materjali me ka valiksime hõõrdumise vähendamiseks, teatav hõõrdumine jääb libisevate ja veerevate osade vahel ikkagi vältimatuks. Hoolimata püüetest vähendada hõõrdumist auto liikuvate üksikosade vahel, kulub siiski praegusaja mootori võimsusest 15—18% auto sisehõõrdumistakistuste võitmiseks.

Õli moodustab hõõrduvate pindade vahel kihi, nn. õ l i k i l e, mis takistab hõõrduvate kehade kokkupuutumist (joon. 808). Seetõttu kehad ei hõõrdu enam üksteise vastu, vaid liuglevad õlil. Õlikilet võime lugeda mitmest õhukesest kihist koosnevaks (joon. 809), mille äärmised on liitunud liuglevate kehadega, kuna sisemised kihid liiguvad omavahel mitmesuguse, kile keskkoha poole suureneva kiirusega (joon. 810). Seega õlikilekihid hõõrduvad üksteise vastu, tekitades nn. õlisisest ehk vedelikulilist hõõrdumist. Vedelikuliline hõõrdumine on seda suurem, mida paksem on õli. Seepärast püütakse hõõrduvate kehade vahel kasutada võimalikult vedelat õli, mis aga siiski peab suutma ära hoida hõõrduvate kehade otsese kokkupuutumise.



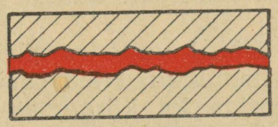
Joon. 809. Õlikile koosneb mitmest õhukesest õlikihist.



Joon. 810. Hõõrduvate kehade vahel olevate õlikilede kihid liiguvad keskkoha poole suureneva kiirusega.

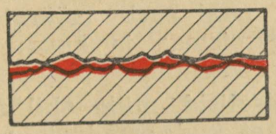
Õlitamine on täiuslik, kui kehade vahel olev õlikile ei võimalda kehade pinnakrobelisuste kõrgemate kohtade kokkupuutumist (joon. 811), s. o. kui puudub täielikult kehade omavaheline hõõrdumine ja kehad vaid libisevad õlikihtidel. Õlikihtide vaheline ehk vedelikuliline hõõrdumine on palju väiksem

kui kehade vaheline hõõrdumine: seega selliselt õlitatud kehade hõõrdumistakistuste võitmiseks kulub palju vähem jõudu. Samuti ei võimalda õlikile hõõrduvate kehade vastastikust kulutamist, sest pinnakrobelisuste kõrgemadki tipud ei saa end enam vastastikku maha hõõruda. See on põhjus, miks tuleb hoida vastastikku liikuvad osad alati hästi õlitatutena.



Joon. 811. Täiuslikul õlitamisel õlikile takistab hõõrduvate pindade kokkupuutumist.

Kui kasutatakse liiga vedelat õli, mida keha raskus saab välja suruda pindade vahelt, või kui kehade vastastikuse liikumise kiirus on liiga suur, tekib õlikile katkemisi, mis võimaldab kehade omavahelist kokkupuutumist. Selle tagajärjeks on kehade kiire kulumine. Kui vastastikku liikuvate kehade pinnad pole hästi õlitatud või kui õlikile on liiga õhuke, siis pinnakrobelisuste kõrgemad tipud puutuvad samuti kokku (joon. 812), kutsudes esile suurendatud hõõrdumistakistust ning kiiremat kulumist.



Joon. 812. Puudulikul õlitamisel pinnakrobelisuste kõrgemad kohad puutuvad kokku.

Kõik auto üksikosad vajavad õlitamist vastavalt oma töötamisiseloomule. Hulga laboratoorsete, auto- ja õlitehaste poolt sooritatud katsete alusel autovalmistajad tehased kirjutavad autokasutajaile ette, missugust õli kasutada auto iga üksikosa õlitamiseks, et selle töötamisiga oleks pikem. Kõrvalekaldumine neist ettekirjutusist põhjustab sageli üksikosade kiiremat kulumist, ja kokkuhoid, mis saadakse tehase eeskirjade tähelepanemata jätmisel ja ebakohaste õlide kasutamisel, antakse mitmekordselt välja kiirenenud kulumise tõttu vajalike kordaseadmistööde peale.

Mootorite silindrite ja kolbide õlitamiseks vajame õli, mis on vastupidav kõrgele kuumusele ja survele; käigukasti ja diferentsiaali hammasrataste õlitamiseks vajame õli, mis ei lase end hammasrataste hammaste vahelt kergesti välja suruda; dünamo ja käiviti laagrite õlitamiseks vajame vedelamat õli, kuna nende laagrites ei esine suuri surveid.

Õli sobivus auto üksikosadele ei sõltu mitte ainult selle osa töötamistingimustest, vaid ka kliimaoludest ja aastaaegadest. Näiteks ei saa ühte ja sama õli mootoris kasutada nii suvel kui ka talvel, vaid külmemate ilmade saabumisega tuleb õli vahetada mootori talvistele töötamistingimustele sobivamaga.

Õlide päritolu

Õlisid võib päritolu järgi liigitada järgmiselt: 1) loomaõli, 2) taimeõli, 3) mineraalõli, 4) seguõli (kompaundõli), 5) muud määrdeained.

L o o m a õ l i d. Loomaõli saadakse loomade rasvast ja kontidest. Neist on tuntumad kondiõli, delfiiniõli, vaalaõli jne. Kondiõli saadakse loomakontide keetmisel. Kontide keetmisel keeb kontidest õli välja ja koguneb vee pinnale, kust ta kogutakse nõudesse ja filtreeritakse. Kondiõli kättesaamiseks kasutatakse ka ekstraheerimist — kõrgendatud temperatuuril lahustatakse kontidest õli lahusti (näit. bensiini) abil ja pärast eraldatakse õli lahustist. Sel teel saadakse kontidest kogu õli kätte.

T a i m e õ l i d. Taimeõlid saadakse taimede seemnetest kas pressimise või ekstraheerimise teel. Taimeõlidest on tuntumad kastoorõli, oliiviõli, palmiõli jne. Kastoorõli saadakse riitsinuspuu seemnetest, mis sisaldavad kuni 50% õli. See on taim, mis kasvab soojakliimalistes maades. Algul pressitakse seemneid külmalt ja saadakse selge, läbipaistev kastoorõli, mida kasutatakse arstimite valmistamiseks. Teiskordselt pressitakse seemned veel kord üle soojendatult, kusjuures saadakse kollaka värvusega kastoorõli, mida tarvitatakse tehnilisteks otstarveteks. Peale pressimist õli kurnatakse. Kastoorõli heaks omaduseks on, et ta ei kuiva. Kastoorõli tarvitatakse lennukite ja võidusõiduautode mootorite õlitamiseks ja ka lisandamiseks mineraalõlidele. Kastoorõli evib häid õlitusomadusi kõrgemategi temperatuuride ja survete juures, kuid jätab põlemisel järele kleepuva jäägi, mis takistab klap-

pide ja kolvirõngaste korralikku töötamist.

Mineraalõlid. Mineraalõlisid saadakse nafta fraktsioneeritud destilleerimisel temperatuuridel, mis on kõrgemad kui 280—300°C. Saadavad destillaadid puhastatakse väävelhappega kahjulikest ainetest (väävliühenditest ja küllastamata süsivesinikest) ning neutraliseeritakse seebikivilahusega (leelisega). Pärast kuuma veega pesemist õli kuivatatakse sooja õhu (65—75°) läbipuhumise teel. Peale nafta võib mineraalõlisid saada ka põlevkivist. Automootorite õlitamiseks on mineraalõlid osutunud sobivaimateks oma õlitusomaduste tõttu.

Mineraalõlid koosnevad süsivesinikest, mis olenevalt nafta päritolust on kas parafiinsed, nafteensed, olefiinsed või aromaatsed. Need kõik on süsivesinikud (süsiniku ja vesiniku ühendid) mitmesugustes vahekordades ja keemilistes ühendusviisides.

Seguõlid. Mõne tarviliku õli omaduse täiendamiseks lisandatakse mineraalõlile teisi õlisid või muid aineid. Mineraalõli, millele on lisandatud taime- või loomaõli, annab paksu seguõli. Tavoti saame mineraalõlile 10—20% lubiseebi, grafiidi, talgi, kipsi jm. lisandamisel. Lubiseep saadakse loomavõi taimeõlidest, keetes neid lubjapiimaga. Tarvitatakse ka mineraalõli segatult grafiidiga ja mineraalõli segatult kastoorõliga (umbes 5%).

Muud ained. Muudest ainetest, mida tarvitatakse õlitusainetena, võiks nimetada grafiiti ja talki. Grafiidil, segatuna mineraalõliga, on hea omadus vähendada hõõrdumist hõõrduvate kehade vahel. Ka kuivalt ja ilma õli lisandamiseta tarvitatakse grafiiti hõõrdumise vähendamiseks. Talki kasutatakse autode juures peamiselt rehvi ja õhuvooliku vahelise hõõrdumise vähendamiseks.

Õlide omadused

Looma- ja taimeõlid koosnevad süsinikust (C), vesinikust (H) ja hapnikust (O). Neid ei saa destilleerimise või mõnel muul teel palju muuta selleks, et neid paremini sobitada õlitamisvajadustele. Kuumenemisel lagunevad looma- ja taimeõlid ja lagunemise tulemusena annavad vett ja rasvahappeid. Rasvahapped mõjutavad metallpindu sööbivalt. See on looma- ja taimeõli halvimaks omaduseks. Mineraalõlid aga ei lagune kuumenemisel. Puutudes kokku õhuga (õigemini õeldult, õhuhapnikuga) muutuvad looma- ja taimeõlid mõrkjaks ning kuivavad (välja arvatud kastoorõli), kaotades oma õlitamisomadusi ja kattudes kilega (nahkse kihiga).

Need on põhjused, miks ei kasutata looma- ja taimeõlisid autode üksikosade õlitamiseks.

Mineraalõlid, koosnedes süsivesinikest, ei sisalda hapnikku. Neid saab aurutada ja destilleerida ka kõrgematel temperatuuridel, ilma et nad oma keemilisi omadusi muudaksid. Mineraalõlid ei muutu õhuhapniku toimel mõrkjaks ega jäta põlemisel järele kleepuvaid aineid (kui nad on korralikult rafineeritud).

Mineraalõlisid saab valmistada vastavalt igasugustele õlitamisnõuetele, sest destilleerimise teel on võimalik õlisid igasugustes temperatuurides eraldada toorõlist — naftast

Õlide võrdlemiseks on vaja tunda nende järgmisi omadusi: 1) viskoossus, 2) erikaal, 3) leekpunkt, 4) süttimistemperatuur, 5) hangumispunkt, 6) värvus, 7) segunevus veega, 8) tuhasisaldus, 9) auruvus ja 10) hapete sisaldus.

Need omadused on kõik füüsikalised. Tähendab, neid saab määrata füüsikaliste määramistega ja kuumendamisega, kasutamata keemilisi vahendeid.

Määramisviisid, mille abil määratakse õlide eelloetletud omadusi, on rahvusvahelistes kokkulepetes kindlaks määratud. Seega on võimalik õlide määramistulemuste alusel, ükskõik kus riigis see ka oleks tehtud, võrrelda õlisid ja otsustada nende vastavuse üle nõuetele.

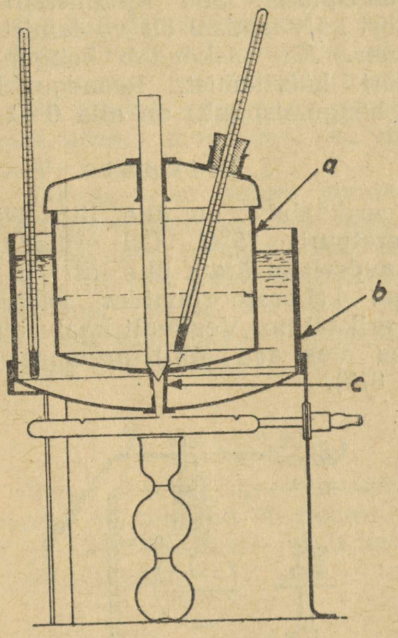
Tutvuneme lähemalt nende omadustega.

1. Õlide viskoossus

Viskoossus või õli sisemine takistus voolamisele määratakse nn. viskosimeetriga engleri kraadides. Viskosimeeter koosneb õlinõust „a" (joon. 813), mis asetseb veenõus „b". Õlinõu põhjas on ava „c", mis on nii suur, et sellest 200 sm^3 vett läbi voolab 50—52 sekundi vältel. Tegelik sekundite arv, mille jooksul 200 sm^3 vett voolab läbi õlinõu põhjas oleva ava, peab olema

märgitud katsekoja poolt aparaadi küljel (näit. 50,5).

Õli viskoossuse mõõtmiseks asetatakse umbes 250 sm^3 õli õlinõusse ja soojendatakse see temperatuurini 20°C, soojendades vett õlinõu ümbritsevas veenõus. Täpseks temperatuuri mõõtmiseks on nii õlinõus kui ka veenõus kraadiklaas.

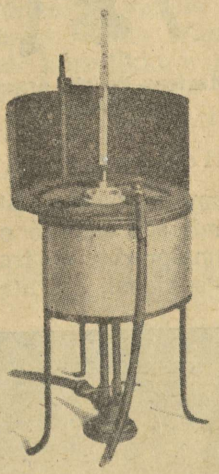


Joon. 813. Viskosimeeter — Engler'i aparaat.

Kui õlinõus õli on temperatuuril 20°C, võetakse õlinõu keskel olev varras õlinõu põhjas oleva augu eest ära ja mõõdetakse stoppkellaga sekundites aeg, mille vältel 200 sm^3 õli valgub viskosimeetri all olevasse mõõteklaasi, alates esimesest mõõtenõusse langenud tilgast. Oletame näiteks, et selleks kulus 5 minutit ja 35 sekundit = 335 sekundit. Siis selle õli viskoossus on $E = \frac{335}{50,5} = 6,65$ engleri kraadi. (Engler on teadlase nimi, kes täpsustas selle mõõtmisviisi). See ütleb, et mõõdetava õli viskoossus on 6,65 korda suurem kui vee viskoossus, sest arv 50,5 on aeg, mille vältel samast avast voolab niisama suur hulk vett läbi. Mida paksem on õli, seda enam aega kulub selle voolamiseks läbi viskosimeetri, seda suurema viskoossusega on õli. Autode juures kasutatakse õlisid, mille viskoossus kõigub 5 ja 17 engleri kraadi vahel.

2. Leekpunkt

Õli leekpunktiks nimetatakse õli temperatuuri, mil õlist eralduvad aurud süttivad, kui õli pinna lähedale viia lahtist tuld. Õli leekpunkti määratakse nn. Markusson'i aparaadiga (joon. 814). See koosneb metallanumast, milles asetseb väike portselantiigel katsutava õli jaoks. Vahe mõlema nõu vahel on täidetud liivaga. Metallanumat soojendatakse gaasileegiga ja soojus kandub üle õlile läbi liiva. Õlisse on asetatud termomeeter. Tekkivate õliaurude süütamiseks kasutatakse gaasileeki, mis juhitakse õli pinna lähedale painutatud otsaga toru abil. Õli temperatuur, mil on esmakordselt märgata sinaka leegi tekkimist õliaurude süttimisel, ongi katsutava õli leekpunkt. Leekpunkti täpsemaks määramiseks kasutatakse Martens-Penski aparaati (joon. 815).



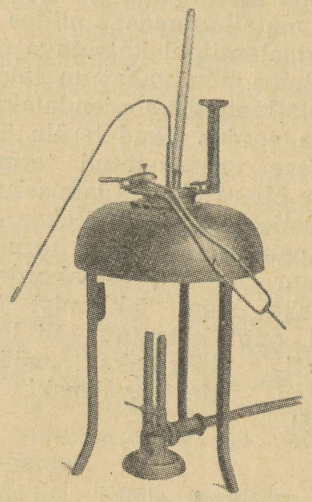
Joon. 814. Markusson'i aparaat leekpunkti määramiseks.

Leekpunkt on teataval määral mõõdupuuks õlis leiduvate kiiremini aurustuvate ainete kohta. Kuna õli puutub silindri seintel kokku kõrgete temperatuuridega, siis on soovitav, et silindrite õlitamiseks kasutatava õli leekpunkt oleks võimalikult kõrge. Vastasel korral põleb õli mootori töötamisel silindri seintelt ära, jättes nad kuivaks. Automootorites kasutatava õli leekpunkt võib olla 180—220°C piirides.

3. Süttimistemperatuur

Õli süttimistemperatuuriks nimetatakse õli temperatuuri, mil õli soojenemisel

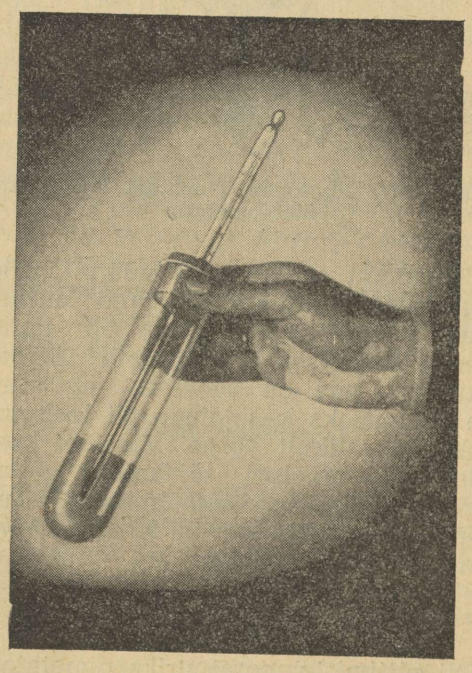
tekkivad õliaurud süttivad mitte ainult hetkeks, nagu leekpunkti juures, vaid süttivad ja jäävad põlema vähemalt 5 sekundiks. Süttimistemperatuur on keskmiselt 30—50°C võrra kõrgem kui leekpunkt.



Joon. 815. Martens-Penski aparaat leekpunkti määramiseks.

4. Hangumispunkt

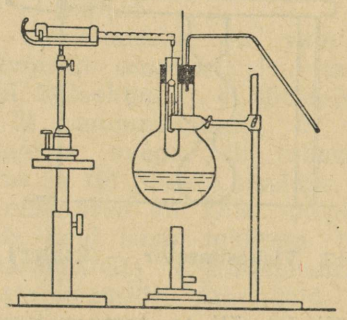
Hangumispunktiks nimetatakse õli temperatuuri, mil see kaotab omaduse voolata. Hangumispunkti määramiseks valatakse õli katseklaasi, asetatakse sinna ka termomeeter ja jahutatakse. Vahete-vahel kallutatakse katseklaasi ja vaadatakse, kas õli tasapind kaldub või mitte. Temperatuur, mil õli tasapind enam ei kaldu, nimetatakse õli hangumispunktiks (joon. 816). Õli hangumispunkt ei määra mitte õli headust, vaid määrab ainult õli kasutamisvõimaluse piiri külmal ajal. Külmal ajal on seda parem, mida madalam on õli hangumispunkt. See kindlustab külma mootori käivitamisel õli voolamist õlitusseadmes. Ka raskendab hangunud õli mootori käivitamist. Peaaegu kõikide õlide hangumispunkt on alla 0°C.



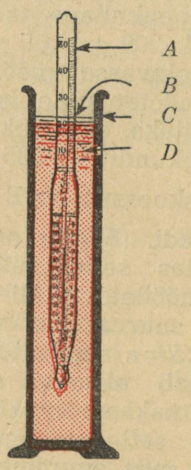
Joon. 816. Hangumispunkti määramine.

5. Erikaal

Õli erikaaluks on ühe liitri õli kaal temperatuuril 15°C. Õli erikaalu saab umbkaudselt määrata ühe liitri õli kaalumisega. Laboratooriumides määratakse õlide erikaal nn. Vestfaali kaalu abil, tegelikus elus aga (õli-) areomeetri abil (joon. 817).



Joon. 817. Vestfaali kaal õli erikaalu määramiseks.



Joon. 818. Õliareomeeter.
A — areomeeter, B — õlitaseme kohalt lugeda, C — klaasnõu, D — õli.

Õlide erikaal on keskmiselt 0,9125 kuni 0,9180, s. o. väiksem kui veel, sest vee erikaalu loetakse 1-ks.

6. Veega segunemine

Kõik õlid kalduvad teataval määral veega segunemisele (emulgeeruvad), taime- ja loomaõlid suuremal ja mineraalõlid vähemal määral. Veega segunemisel muutuvad õlid läbipaistmatuks, hallikaks ja sogaseks. Healt õlilt nõutakse, et see ei seguneks veega (ei emulgeeruks), sest sellega õli kaotab oma viskoossuse ning õlitamisomadusi, muutudes väärtusetuks hõõrduvate osade vahel.

Kui näiteks vesi satub jahutusseadmest karterisse ning seguneb seal õliga, andes piimavärvi emulsiooni, on see hädaohtlik mootori edasitöötamisele, sest emulgeerunud õlil ei ole neid õlitamisomadusi, mis õlil peavad olema mootori korralikuks töötamiseks.

7. Värvus

Õli värvus ei määra ta õlitamisomadusi. Õli värvus on tingitud õli puhastamisviisidest ja õlis leiduvate parafiinide ja tõrvainete hulgast.

8. Veesisaldus

Õli ei tohi sisaldada vett, sest vesi soodustab silindri seinte, peegelpindade ja teiste mootoriosade roostetamist. Vesi vähendab õli õlitamisomadusi, tekitades emulsiooni. Vesi õlis, sattudes üle 100° kuumade hõõrduvate osade vahele, aurustub ning surub õli hõõrduvate osade vahelt välja.

Lubatav veesisaldus õlis on 0,05—0,1%.

9. Happesisaldus

Happed mõjuvad sööbivalt metallosadele; seepärast õlid peavad olema täiesti happevabad. Happeid jääb õlisse selle ümbertöötamisel (rafineerimisel puhastatakse õli väävelhappega) või nad lisanduvad õlile pärast, näiteks mootoris kütuse põlemisel, milles leidub väävlit; tekib gaas vääveldioksüüd, mis ühinedes õlis leiduva veega annab väävlishappe, mis seguneb õliga.

Happe hulka õlis mõõdetakse happesusarvuga (neutraliseerimisarv). Selle all mõistetakse kaaliumhüdroksüüdi hulka milligrammides, mis on vaja 1 grammis õlis leiduva happe neutraliseerimiseks.

10. Tuhasisaldus

Tuhasisaldus mineraalõlis tõendab, et õli pole hästi töödeldud. Õli põlemisel järelejääv tuhk soodustab tahma tekkimist põlemisruumis, ummistab õlifiltrid ning õlitorustikku ja aitab kaasa hõõrduvate pindade kulumisele.

11. Nõe tekkimine

Healt õlilt nõutakse, et see mootori töötamisel põledes ei jätaks järele põlemisjääki — nõge —, mis pikkamisi katab silindri seinad ja kutsub esile hõõgsüüdet, satub kolvirõngaste vahele ja takistab nende vetrumist, satub klappide alla ja takistab nende korralikku sulgumist, põhjustab klappide ja kolbide kinnijäämist jne. Hea õli ei jäta põlemisel jääki.

12. Puhtus

Õli peab olema puhas mehaanilistest lisanditest — prügist, tolmust, liivaterakestest jne., sest need, sattudes koos õliga hõõrduvate osade vahele, kutsuvad esile suurt kulumist. Prügi võib sattuda õlisse juba ta kasutamisele võtmisel, näiteks õli valamisel mootorisse võib õlikannult sattuda liivaterakesi õlisse või see lisandub hiljem õlile, näiteks mootorisse imetava tolmu näol, mis leidub õhus.

NÕUDED MOOTORIÕLI KOHTA

Suuremate õlihulkade ostmisel seatakse üles nõuded ostetava õli kohta.

Näiteks:

1. Erikaal 0,895—0,905.
2. Viskoossus engleri kraadides: temperatuuril 100°C 2,8—3,2, temperatuuril 50°C mitte üle 22.
3. Leekpunkt 230°C.
4. Hangumispunkt 15°C.
5. Orgaanilisi happeid kuni 0,02%.

6. Mineraalhappeid ei tohi sisaldada.
7. Tuhka mitte üle 0,015%.

Nõukogude Liidus on mootoriõli tootmine standarditud ning õlid peavad vastama ülesseatud standardnõuetele. Mootoriõlidena kasutatakse talvisel ajal autool-4 ja autool-6, suvel autool-10 ja autool-18. Arv nimetuse järel tähendab viskoossust engleri kraadides 50°C juures. Alljärgnevalt olgu toodud nende õlide kohta ülesseatud nõuded.

Nõuded	Autool-4	Autool-6	Autool-10	Autool-18
Viskoossus 100° C juures engleri kraadi mitte vähem kui	—	1,4	1,8	2,3
Viskoossus 50° C juures engleri kraadi mitte vähem kui	3,5—4,0	—	—	—
Hangumispunkt °C mitte üle	—30	—17	—5	0
Koksistamise arv %-des mitte üle	0,2	0,3	0,5	0,7
Tuhasisaldus %-des mitte üle	0,01	0,01	0,025	0,025
Leekpunkt °C mitte alla	180	185	200	215

Õlide proovimine

Happesisalduse määramine

Et jõuda selgusele, kas õlis on hapet, võetakse katseklaasi soojendatud õli, loksutatakse seda koos kuuma destilleeritud veega, lastakse vähe aega seista ja proovitakse lakmuspaberiga. Kui sinine lakmuspaber värvub punaseks, sisaldab õli hapet.

Happe olemasolu õlis saab määrata ka sel teel, et asetatakse õlisse tükike poleeritud vaskplekki. Kui pleki poleeritud osa tuhmub, on õlis hapet. Selleks katseks peab vaskplekk olema õlis vähemalt 24 tundi, seega katse on aegaviitev.

Veesisalduse määramine

Veesisaldust õlis saab määrata õli kuumutamisega katseklaasis. Kui õli sisaldab vett, hakkab õli katseklaasis praksuma, sest tekkivad veeaurud tahavad õli katseklaasist välja paisata. Katseklaasi puudumisel võib võtta puhas traadiots, kasta see õlisse ja asetada küünlaleeki. Kui õlis leidub vett, hakkab õli põledes praksuma; vee puudumisel põleb õli vaikselt ära.

Õli puhtuse määramine

Õli puhtuse kontrollimiseks valame katseklaasi õli ja vaatame vastu valgust. Puhas õli on täiesti läbipaistev.

Tumedat ja paksu õli võib vedeldada bensiiniga ja siis vaadata katseklaasi vastu valgust.

Bensiiniga vedeldatud õlist sadestub praht katseklaasi põhja.

Katse rasvaplekiga

Rasvapleki abil on võimalik umbkaudselt määrata õli puhtust, asfaldi ja tõrvainete sisaldust õlis.

Selleks võetakse filtreerimispaberit (kurnpaberit) ja tilgutatakse sellele klaaspulgakese abil tilk proovitavat õli. Paksemate õlide proovimiseks on soovitav kurnpaberit soojendada.

Hea õli jätab kurnpaberile ühtlase pleki. Kui aga plekis on tumedamaid täppe, siis õli sisaldab mustusköbemeid. Kui plekil on üks või rohkem tumedamaid läikivaid täppe, siis on õlis asfalti. Leidub aga plekil tumedamaid täppe, mis on ümbritsetud heledama randiga, siis on õlis tõrvaineid.

Õli hapendumine (oksüdeerumine)

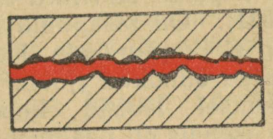
Kõik õlid kalduvad hapendumisele (ühinemisele hapnikuga, oksüdeerumisele) kõrgendatud temperatuuridel. Hapendumisel õli muutub paksemaks seda enam, mida kõrgema temperatuuriga kehadega õli puutub kokku (mootori silindri seinad, laagrid jne.).

Bensiinimootorites õli ei muutu hapendumisel paksemaks, sest siin satub mootoriõlisse vähesel määral bensiini, mis heitub kütteseadust silindri seinale ja sealt valgub karterisse. Diiselmootoris aga muutub õli töötamisel paksuks, raskendades külma mootori käivitamist. Hapendunud õli kaotab oma õlitamisomadusi, seepärast kuulub see õigeaegselt uuendamisele.

Grafiidi lisandamine õlile

Kolloidaalne grafiit lisatuna mineraalõlile tõstab õli õlitamisomadusi. Kolloidaalseks grafiidiks nimetatakse äärmiselt peeneks jahvatatud grafiiti (üksikute kübemekeste suurus on umbes $^1/_{100\,000\,000}$ mm), mis segatult õlisse jääb sinna hõljuma ega vaju põhja. On aga ka õlisid, millest kolloidaalne grafiit eraldub. Sellisesse õlisse ei tohi kolloidaalset grafiiti segada, sest eraldunud grafiit ummistab õlikanalid ja takistab edasist korralikku õlitamist. Seepärast peab enne kolloidaalse grafiidi kasutamisele võtmist jõudma selgusele, kas kasutatav õli sobib kolloidaalse grafiidiga segamiseks. Selleks võetakse katseklaasi õli, segatakse see kolloidaalse grafiidiga ja lastakse seista. Kui grafiiti sadestub, ei sobi see õli grafiidiga segamiseks.

Õlile lisandatud kolloidaalse grafiidi kübemekesed täidavad laagrite, silindrite ja teiste hõõrduvate pindade sügavamaid kohti (joon. 819), ja muudavad hõõrduvad pinnad veelgi siledamateks, millega väheneb hõõrdumine üksikosade vahel, kuluvus väheneb ja vähem mootori võimsusest kulub hõõrdumise ületamiseks.



Joon. 819. Grafiit muudab hõõrduvad pinnad siledamaks.

Õli liitub paremini nende hõõrduvate osade pindadega, mis on kaetud grafiidiga, mis kindlustab õlituse korralikkust ka kõige õhemagi õlikile puhul. See vähendab hõõrduvate osade kulumist puuduliku õlituse juhul. Puhas grafiit evib kuivanagi õlitamisomadusi, mistõttu ta kuivaltki vähendab hõõrduvate osade vahelist hõõrdumist ja hoiab hõõrduvaid osi kuumenemast.

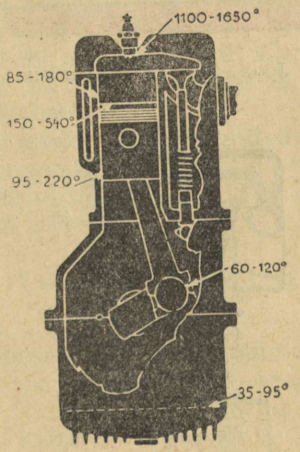
MOOTORITE ÕLITAMINE

Õlitamise otstarve

Mootori korralikust õlitamisest sõltub suuresti mootori korralik töötamine. Õlil on mootoris täita kolm tähtsat ülesannet — vähendada hõõrdumist, jahutada ja tihendada.

1. Õli vähendab hõõrdumist mootori üksikute osade vahel, moodustades hõõrduvate osade vahel õlikile, mis takistab osade metallpindu vastastikku kokku puutumast. Sellega vähendatakse seda osa mootori võimsusest, mis kulub mootori hõõrdumistakistuse võitmiseks, ja vähendatakse mootori hõõrduvate osade kulumist.

2. Õli jahutab mootorit. Kuigi õlikile vähendab mootori osadevahelist hõõrdumist, ei suuda see seda siiski täielikult vältida; vastastikusest hõõrumisest hõõrduvate mootoriosade vahel tekib soojus, mis on vaja sealt ära juhtida. Õli, valgudes hõõrduvate osade vahelt läbi, võtab sealt liigse soojuse kaasa, takistades seega mootori üksikosade ülekuumenemist. Samuti peab õli aitama ära juhtida seda osa kütuse põlemissoojust, mis kandub mootori osadele.



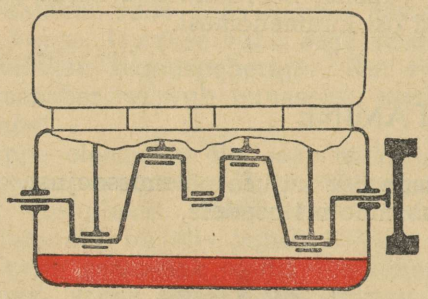
Joon. 820. Temperatuurid mootoris.

3. Õli tihendab mootorit. Õli täidab kolvi, kolvirõngaste ja silindri seinte vahel olevat vahet ja seega vähendab surutakti ajal kokkusurutava küttesegu rõhu kadu ja plahvatusrõhu kadu töötakti ajal kolbide ja silindrite seinte vahelise lõtku (vahe) kaudu.

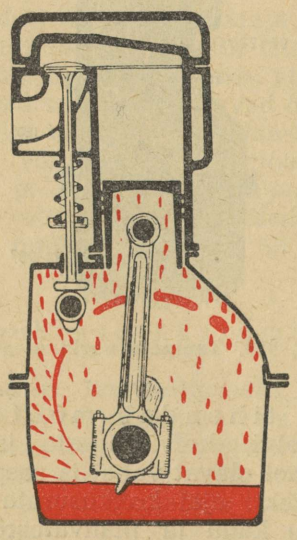
Õlitamisviisid

Pritsõlitus

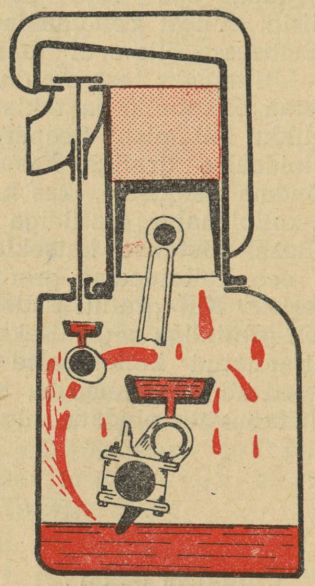
Vanatüübiliste automootorite õlitamiseks valati õlipanni tarviliku tasapinnani õli (joon. 821). Õli tasapinna kõrgus oli valitud nii, et kepsupeade laagrikaante külge ehitatud õlinokad (joon. 822) mootori töötamisel läbisid kepsu kõige madalamas asendis õli pealmist kihti. Õlinoka kaudu pääses õli läbi kepsupea laagrikaanes oleva kanali laagrisse. Muud mootori osad, nagu kolvid, kolvisõrmed, klapisäärad jne. said kepsupea laagri poolt laialipritsitud õli. Sellest ka nimetus pritsõlitus. Raamlaagrid ja jaotusvõlli laagrid olid varustatud kausiga, kuhu kogunes kepsu poolt laialipritsitud õli, mis pääses kausist laagrisse suubuva õlikanali kaudu laagrisse selle õlitamiseks (joon. 823). Varsti aga ilmnes selle õlitamisviisi puudus, mis seisis selles, et auto sõidul mäest üles valgus õli mootori karteri tagumisse ossa (joon. 824), kus see põhjustas üleõlitumist, kuna mootori eespoolsed raam- ja kepsulaagrid jäid õlist ilma ja puuduliku õlitamise tõttu sulasid. Mäest allasõidul oli nähtus ümberpöördud.



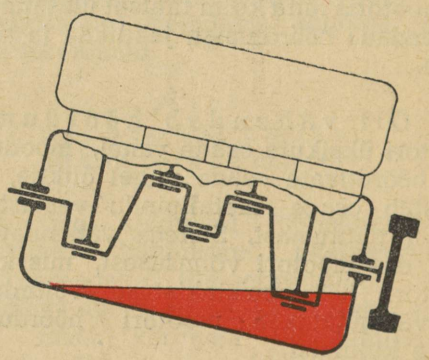
Joon. 821. Õli õlipannis.



Joon. 822. Kepsu küljes olevad õlinokad läbivad õli.



Joon. 823. Pritsõlitus.



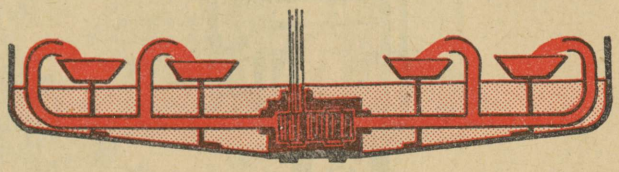
Joon. 824. Mäest ülessõidul õli valgus tagumisse ossa.

Selle puuduse kõrvaldamiseks ehitati iga kepsu kohta plekist küna ja asetati õlipanni põhja õlipump, mis pumpas õli künadesse (joon. 825). Seega õlitati ühtlaselt kõiki kepsulaagreid ka siis, kui mootori seisang ei olnud horisontaalne (joon. 826), nagu auto mäest alla- või ülessõidul.

Kuid raamlaagri õlitamine oli sellisel õlitusseadmel puudulik, sest õlitus sõltus juhuslikult raamlaagrite kaussidesse pritsivast õlihulgast. Mootori pikemaajalisel töötamisel aeglastel pööretel said raamlaagrid liiga vähe õli ning kulusid kiiresti läbi. See puudus kõrvaldati sel teel, et juhiti õlipumbast õli mitte ainult kepsulaagrite õlitamiskünadesse, vaid ka raamlaagrite kaussidesse (joon. 827).

Hoolimata sellest, et pritsõlitust mitmeti täiendati, saadi seda õlitamisviisi kasutada vaid mootoritel, mille pööreteарv oli kuni 1500 minutis. Suurema pööretearvu puhul pritsis liiga palju õli silindriseintele, kus see survekambrisse sattudes tekitas mootoris kiiresti niipalju nõge, et see halvas mootori korralikku töötamist.

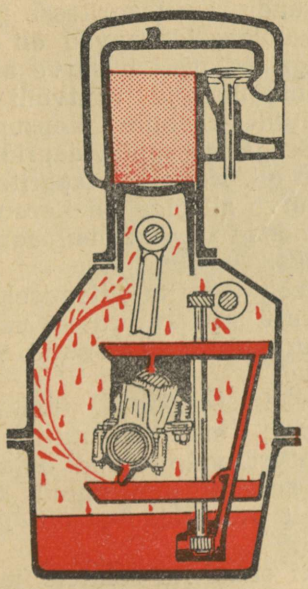
Seda puudust katsuti kõrvaldada sel



Joon. 825. Õlipump pumpab õli künadesse.



Joon. 826. Künades on õli ka siis, kui mootori asend pole horisontaalne.



Joon. 827. Õlipump pumpab õli künadesse ja raamlaagrite kaussidesse.

Laialipritsitud õli, laagritest väljavoolav õli ja laagrikaussidest ning õlikünadest ülejooksev õli valgus tagasi õlipanni, kust see algas õlipumba survel uuesti oma ringkäiku.

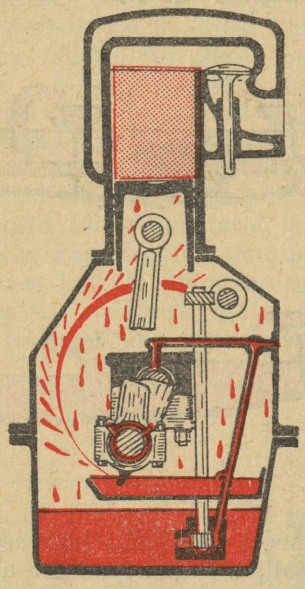
teel, et seoti õlikünad hoovastiku abil gaasipedaaliga. Gaasipedaali allavajutamisega, s. o. mootori suurema pööreteарvu ajaks kallutati õlikünasid, millega langetati õlitaset õlikünades, et keps ei saaks pritsida nii palju õli silindriseintele. Kuid ka see parandus ei toonud loodetud paremusi.

Ka püüti seda viga kõrvaldada kaitseplekkide panemisega silindrite ette, kuid siis said silindrite seinad väikese kiiruse juures liiga vähe õli.

Prits- ja suruõlitus (segaõlitus)

Automootorite kiiretempoline areng tõi endaga kaasa mootori pööreteарvu suurenemise. Suurema pööreteарvu puhul ei suutnud pritsõlitus korralikult täita oma ülesandeid, sest suure pööreteарvu juures (üle 1800 pööret min.) peksti õli kepsude poolt niivõrd peeneks uduks, et see kaotas oma õlitamisomadused. Ka ei piisanud kiiremini pöörleva väntvõlli laagrite õlitamiseks sellest õlihulgast, mis oma raskusega valgus raamlaagritesse. Seepärast oli järgmiseks sammuks automootorite õlitusseadme täiustamisel raamlaagrite õlitamine suruõliga.

Õlipanni põhjas asetseva pumba abil suruti õli toru kaudu otseselt raamlaagritesse (joon. 828). Kepsulaagrite õlitamine jäeti samaseks, s. o. kepsupõlv-laagrikaane küljes olev nokk läbis väntvõlli pöörlemisel õlikünas olevat õli, millega suruti õli kepsulaagritesse. Samuti said ka kõik muud mootoriosad õli laialipritsimise teel.



Joon. 828. Õlipump surub õli toru kaudu raamlaagritesse.

Sellist õlitamisviisi leiame näiteks veoautode Gaz-A ja Gaz-AA mootoritel (joon. 829).

Siin saavad raamlaagrid, jaotusvõlli mõlemad otsalaagrid ning jaotus- ja väntvõlli ühendushammasrattad õli valgumise teel, avade kaudu klappide kambrist, kuhu pump õli üles surub. Jaotusvõlli keskmine laager ja õlipumba ajam õlitatakse surveõli poolt, mida saadakse õlipumbalt. Kõik muud mootoriosad saavad õli laialipritsimise teel.

Hiljem täiendati seda õlitamisviisi ja juhiti raamlaagritest väljuv õli tsentrifugaaljõu mõjul kepsulaagritesse. See viidi läbi järgmiselt: väntvõlli tapid varustati mõlemal pool laagrit õlirõngastega (joon. 830). Väntvõlli pöörlemisel paiskus raamlaagrist väljatulev õli, mis sattus õlirõngastesse, tsentrifugaaljõu toimel vastu õlirõnga välist seina, kust see juhiti sealt suunduva õlikanali kaudu kepsulaagrisse. Muud mootoriosad said õli laialipritsimise teel õlikünadest. Sellise õlitusseadmega varustatud mootori kepsude nokad ei olnud varustatud kanaliga õli juhtimiseks kepsulaagrisse, vaid nokk oli ainult selleks, et pritsida õli künadest silindrite seintele, jaotusvõllile, klapipuksidele ja muudele mootoriosadele.

Mõnede mootorite kepsupealaagritesse on puuritud ülespoole augud, mille kaudu kepsulaagrist õli pritsib kolvisõrmele ja silindri seinale (joon. 831).

Juhiruumi armatuurlaua külge asetatud manomeetrilt (rõhumõõtjalt), mis on peene vasktoruga ühenduses õlipumbast väljuva ja raamlaagritesse suubuva õlitoruga, võib juht auto sõidu ajal jälgida, kas õlitusseadme suruõlitus töötab korralikult.

Täis-suruõlitus

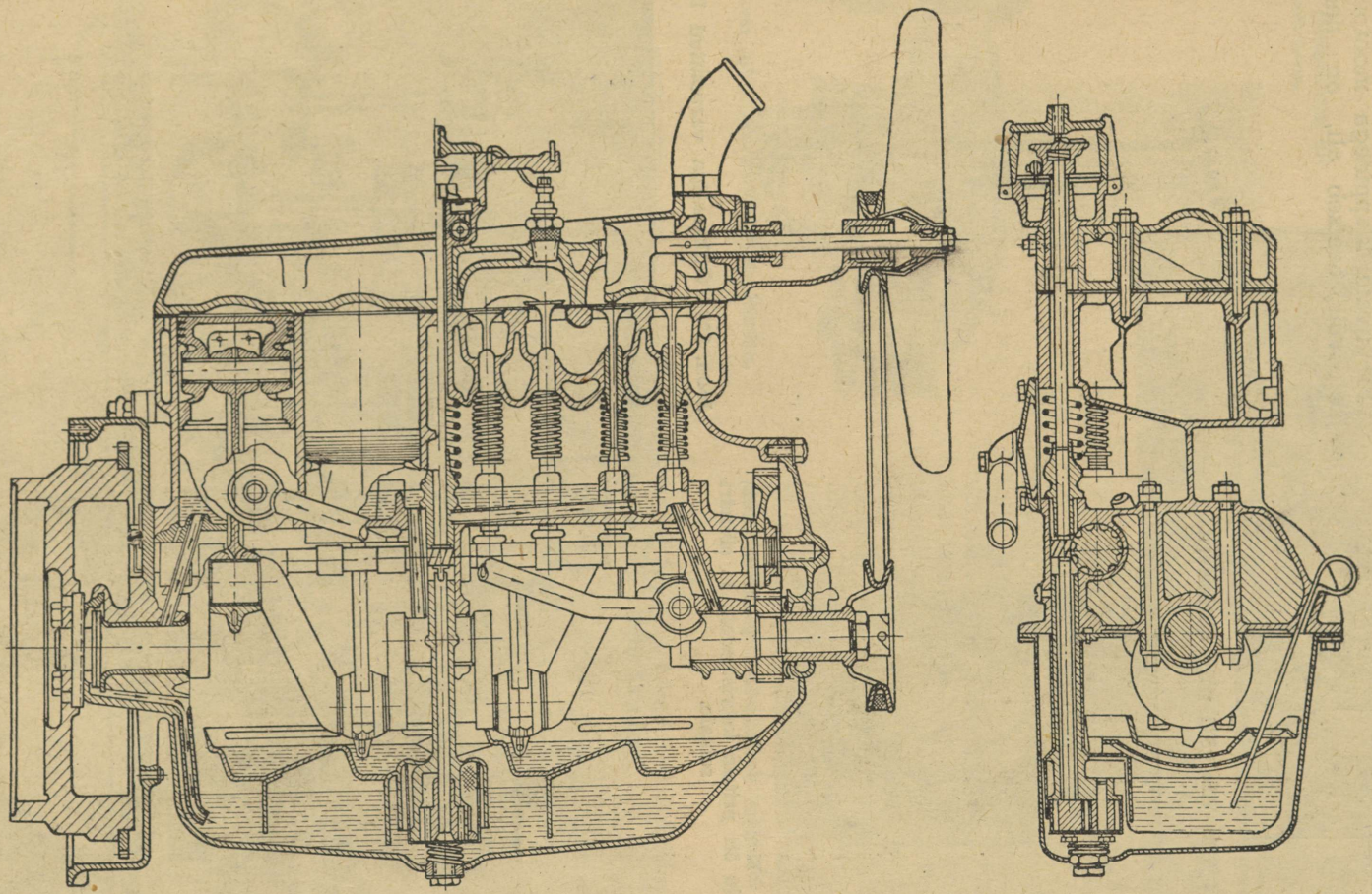
Suuremal osal praegusaja automootoritel on täis-suruõlitus. Täis-suruõlitusseadmel asetseb õlipump õlipannis ja pumpab õli peatorusse, kust õli hargneb kõikidesse raamlaagritesse suubuvate torude kaudu raamlaagritesse (joon. 832); seega raamlaagrid saavad õli surve all. Raamlaagritest pääseb surve all olev õli läbi väntvõllist ja väntvõlli tappidest läbipuuritud kanalite kepsupõlvlaagritesse. Seega kepsupõlvlaagridki saavad õli surve all. Kepsupõlvlaagritest voolab pumba surve all olev õli kepsuvarre õlikanalit mööda kepsu silmlaagrisse selle õlitamiseks.

Jaotusvõlli laagrite õlitamiseks hargneb õli peatorust eri harutorusse, mille kaudu pumba surve all olev õli satub jaotusvõlli laagritesse.

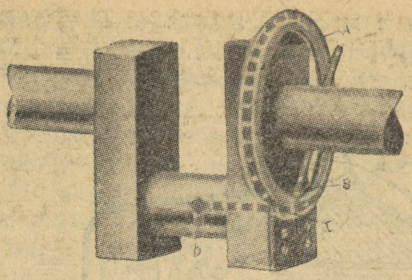
Jaotusvõlli nukkide, tõukurite ja klapipusside, silindriseinte ja mootori muude hõõrduvate osade õlitamine toimub täis-suruõlitusegi puhul kepsulaagrite vahelt väljavalguva õli laialipritsimise teel.

Mootori silindrite seintele ja muudele osadele pritsitud õli ning laagrite vahelt väljatulev õli valgub õlipanni tagasi, kust see pumba kaudu läheb jälle uuesti õlisurutorustikku ja sealt laagritesse.

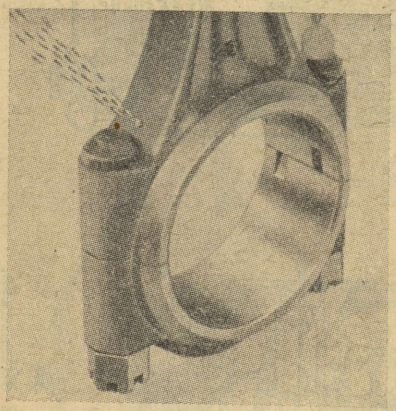
Täis-suruõlituse õlipumbad on arvestatud suure jõudluse tagavaraga. Seepärast need suudavad küllaldaselt suruda õli igale poole, kuhu vaja. Pumba survel laagritest läbiminev suur õlihulk jahutab



Joon. 829. Veoauto Gaz-AA mootori õlitusseade.



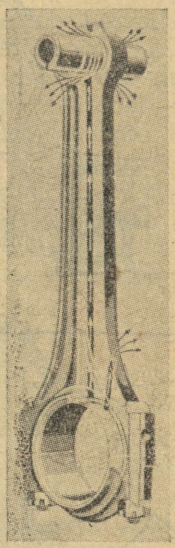
Joon. 830. Väntvõlli põlv õlirõngaga.



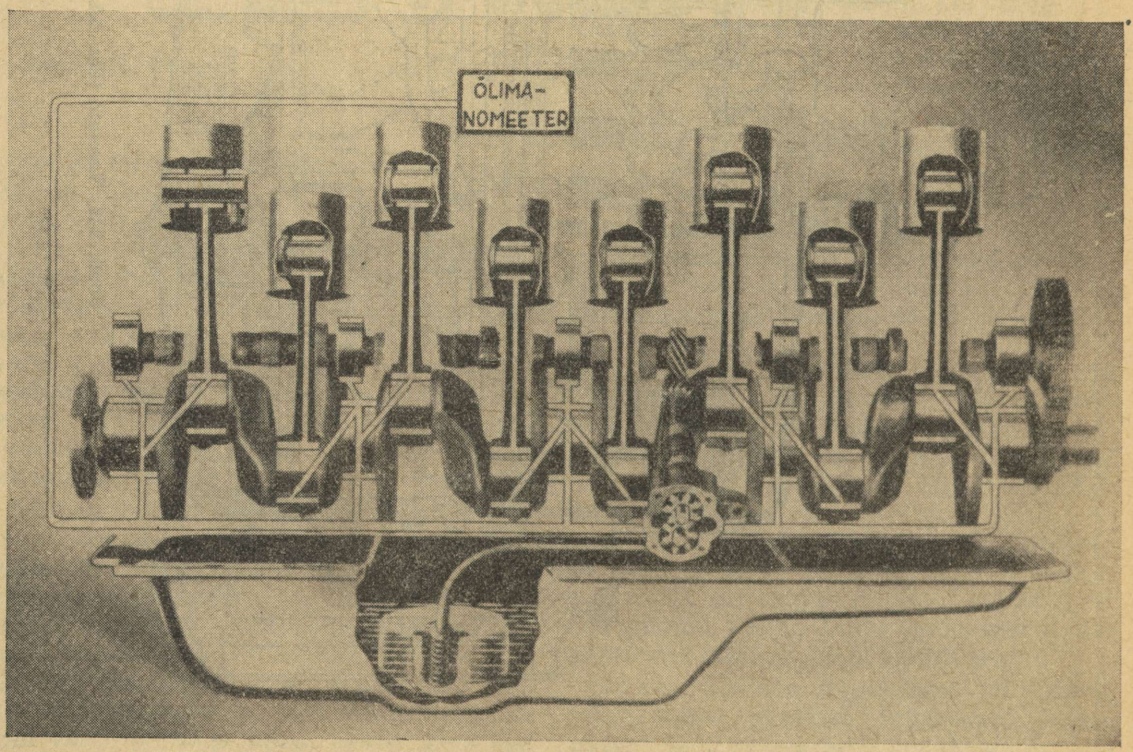
Joon. 831. Kepsu pealaagrisse puuritud auk, mille kaudu õli pritsib kolvisõrmele ja silindri seinale.

hästi laagreid. See on vajalik suure pöörlemiskiirusega mootorite laagritele, sest see muudab need vastupidavamateks kulumise suhtes.

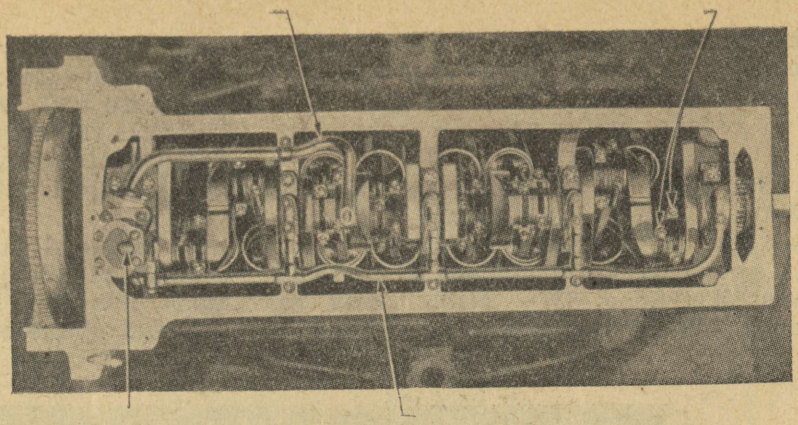
Rippuvate klappidega mootoritel, kus jaotusvõll asetseb all, on nookurivõll



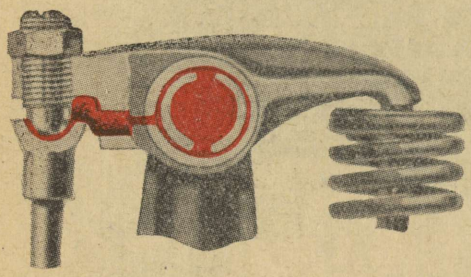
Joon. 833. Õlikanaliga varustatud kepsuvarras.



Joon. 832. Täis-suruõlitus.

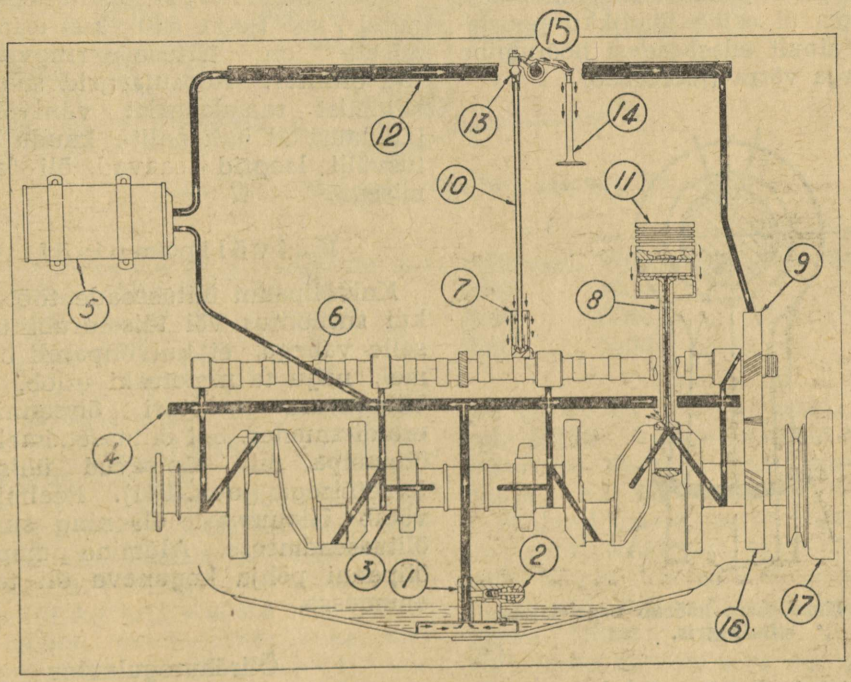


Joon. 834. Õlitorustik alt vaadatuna.



Joon. 835. Nookurivõll nookuriga.

seest õõnes (joon. 835). Õli juhitakse toru kaudu peasurutorust kas otseselt või läbi õlifiltri nookurivõlli õõnsusesse, kust see pääseb iga nookuri kohal võllis ettenähtud ava kaudu nookurite laagrite õlitamiseks. Nookuri laagrist pääseb õli laagrit läbivas avas oleva tahi kaudu ühelt poolt tõukevarda kaussi, kust ta valgub tõukevarrast mööda alla tõukuri õlitamiseks, ja teiselt poolt valgub tilkadena alla klapivedru taldrikule ja sealt



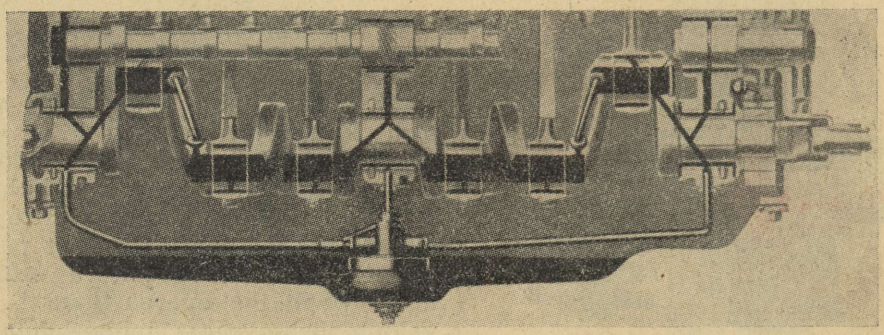
Joon. 836. Õõnsast nookurivõllist pääseb õli tõukevarda kaussi.

1 — õlipump, 2 — õlirõhuregulaator, 3 — väntvõll, 4 — peaõlitoru, 5 — õlifilter, 6 — jaotusvõll, 7 — tõukur, 8 — keps, 9 — jaotusvõlli hammasratas, 10 — tõukurvarras, 11 — kolb, 12 — nookurivõll, 13 — nookuri munaliigend, 14 — klapp, 15 — nookur, 16 — väntvõlli hammasratas, 17 — väändevõnkumiste summuti.

klapipusside õlitamiseks. Selliselt toimub mootori õlitamine sõiduautol Zis-101.

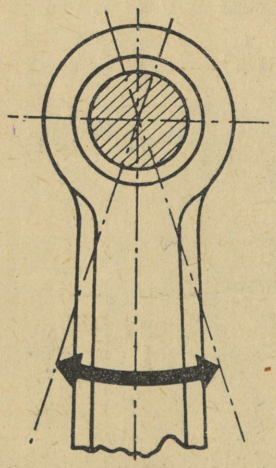
Suruõlitus

Suruõlitus töötab samuti kui täis-suruõlituski, ainult selle vahega, et kolvisõrm ei saa suruõli, vaid õlitub kepsulaagrist tsentrifugaaljõul laialipritsitavast õlist (joon. 837). Nagu tegelik elu on näidanud, on selline kolvisõrme ja



Joon. 837. Suruõlitusseade.

kepsusilmlaagri õlitamine küllaldane, sest neis laagrites ei esine täielikku pöörlemist, vaid ainult edasi-tagasi hõõrumine väikese nurga võrra (joon. 838).



Joon. 838. Kepsusõrm hõõrub edasi-tagasi silmlaagris.

Sellist õlitamisviisi kasutatakse näiteks sõiduautode Gaz M-1 mootoritel (joon. 839).

Siin saavad raamlaagrid, jaotusvõllilaagrid, jaotus- ja väntvõlli hammasrattad ning õlipumba ajam suruõlitust. Kõik muud mootori osad õlitatakse laialipritsimise teel. Kepsulaagrite korralikku õlitamist kindlustab õli kaasahaaramine kepsu küljes oleva nuki abil, iga kepsu kohal olevast õlikünast, kuhu õli kokku valgub.

Klapivardad ja vedrud saavad küllaldast õli õli laialipritsimisel tekkivast õliudust, mis satub karterist klappide kambrisse kahe vaheseinas oleva ava kaudu.

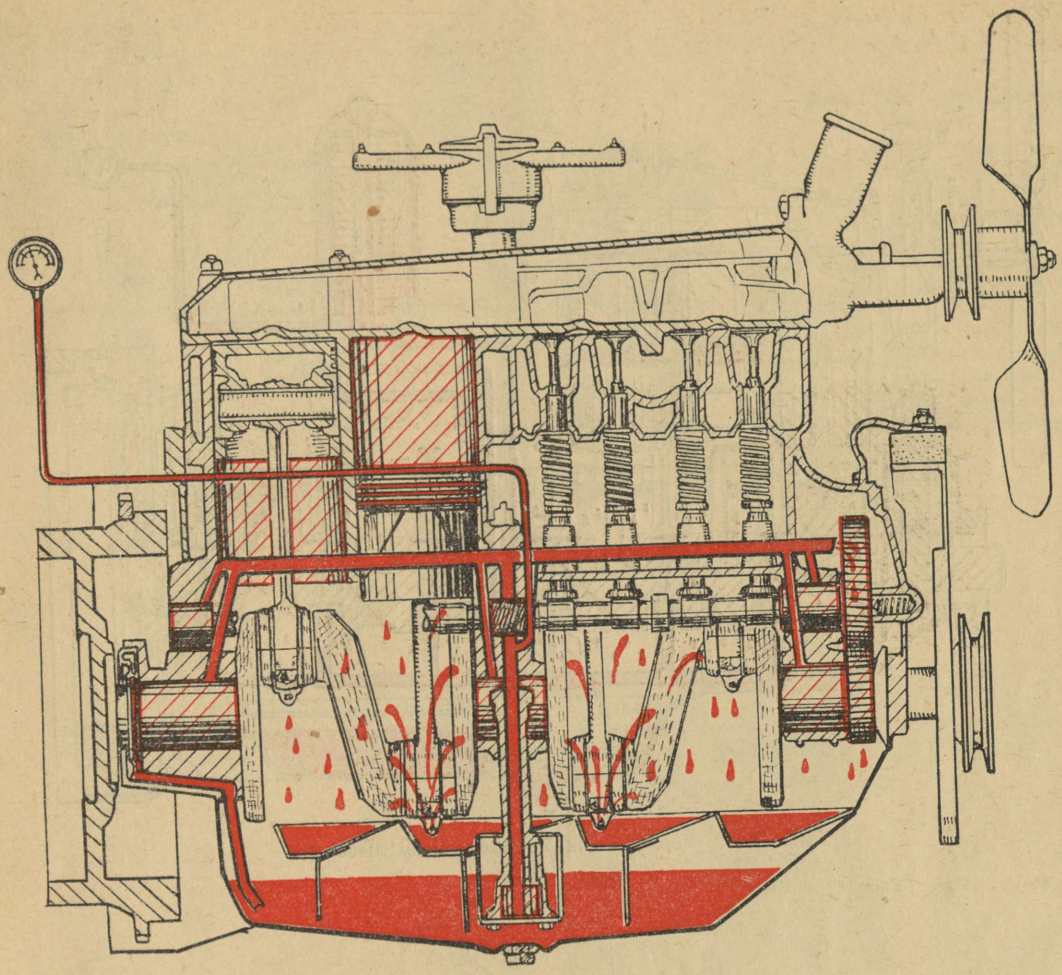
Sama õlitamisviisi kasutatakse ka veoautol Zis-5 (joon. 840), kus erinevalt eelmisele on õlituse ringvoolu lülitud õlifilter. Kepsulaagrid saavad suruõlitamist raamlaagrist väntvõlli tapist läbipuuritud õlikanalite kaudu ning jaotusvõlli laagrid saavad õli laialipritsimisega.

Kuivõlipanni õlitus

Kuivõlipanni õlitusseade töötab samuti kui suruõlitus või täis-suruõlitus, ainult selle vahega, et kuivõlipanni õlitusseadmel, nagu ta nimetuski ütleb, ei asetse õlitagavara mootori õlipannis, vaid eraldi-anumas. Sel õlitusseadmel on kaks õlipumpa, mis asetsevad ühisel võllil teineteisega (joon. 841). Pealmine pump võtab õlianumast õli ning surub selle õlitusseadmesse. Alumine pump pumpab õlipanni põhja koguneva õli tagasi õlianumasse.

Õlirõhuregulaator

Õlirõhk suruõlitusseadmes määratakse katseliselt mootoritehase poolt vastavalt igale mootoritüübile. Keskmiselt on õlirõhk automootorite õlitusseadmeis:



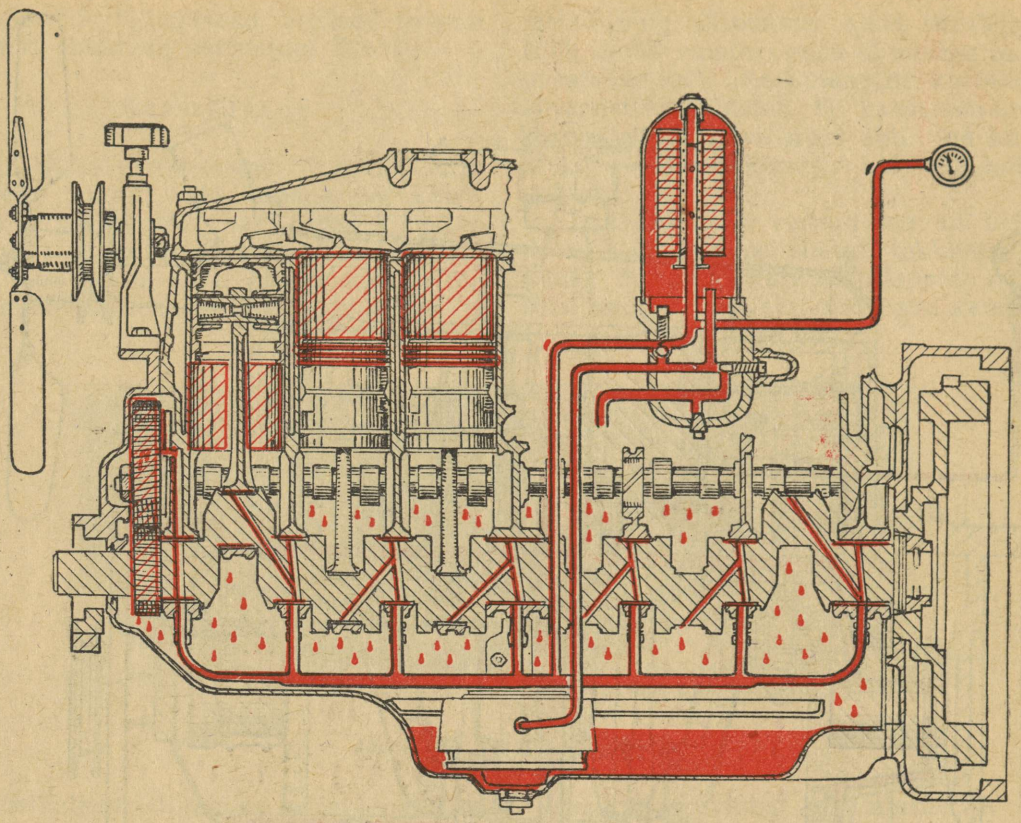
Joon. 839. Sõiduauto Gaz M-1 mootori õlitusseade.

0,2	kuni	0,3	at,	kui	mootor	teeb	1000 kuni 1800	pööret minutis
0,3	,,	0,5	at,		,,		1800 ,, 2800 ,,	,,
0,5	,,	2,0	at,		,,		2800 ,, 3600 ,,	,,
2,0	,,	3,0	at,		,,		3600 ,, 5000 ,,	,,

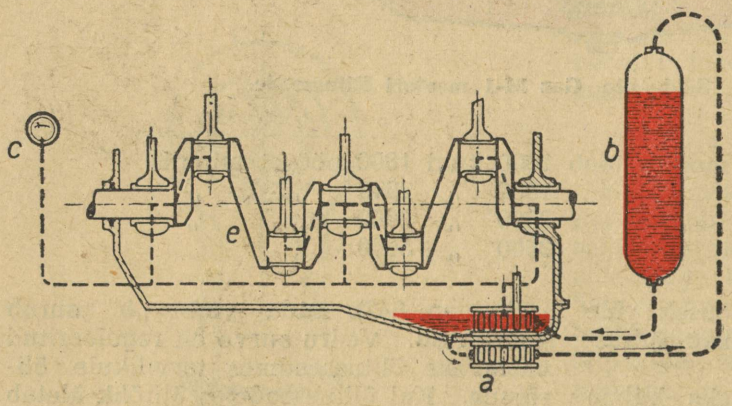
Et rõhk õlitusseadmes ei tõuseks üle ettenähtud määra, varustatakse õlitusseade rõhuregulaatoriga.

Õlirõhk võib tõusta näiteks külma mootori töötamisel, mil õli pole veel saavutanud oma normaalset töötamistemperatuuri, mistõttu õli on veel paks. Paks õli ei saa nii kiiresti voolata läbi õlitusseadme torude ja laagrite; kuna aga pump pumpab õli harilikul määral, siis tekib õlitorudes kõrgendatud õlirõhk. Samuti võib õlirõhk torustikus tõusta mõne toru ummistuse tõttu. Õlirõhuregulaator on ehitatud kas õlipumba külge või peasurutoru külge. Ta koosneb klapist „*a*" (joon. 842), mida vedru „*b*" surub oma pessa. Vedru surve on reguleeritud vastavaks õlitusseadmes tarvilikule õlirõhule. Kui õlitusseadmes õlirõhk ületab ettenähtud määra, surub see õliregulaatori vedru kokku ja avab klapi „*a*" ava, mille kaudu üleliigne õli voolab õlikanalit „*c*" pidi õlitusseadmest välja ja valgub tagasi õlipanni. Kruvi „*d*" sisse- või väljapoole keeramisega on võimalik tarviduse korral õlirõhuregulaatori vedru pinget suurendada ja vähendada. Sellega suurendatakse või vähendatakse õlirõhku mootori õlitusseadmes.

Tavaliselt ulatub rõhuregulaatori vedru



Joon. 840. Veoauto Zis-5 mootori õlitusseade.



Joon. 841. Kuivõlipanni õlituse skeem.

a — õlipump, b — õlianum, c — õlimanomeeter, e — väntvõll.

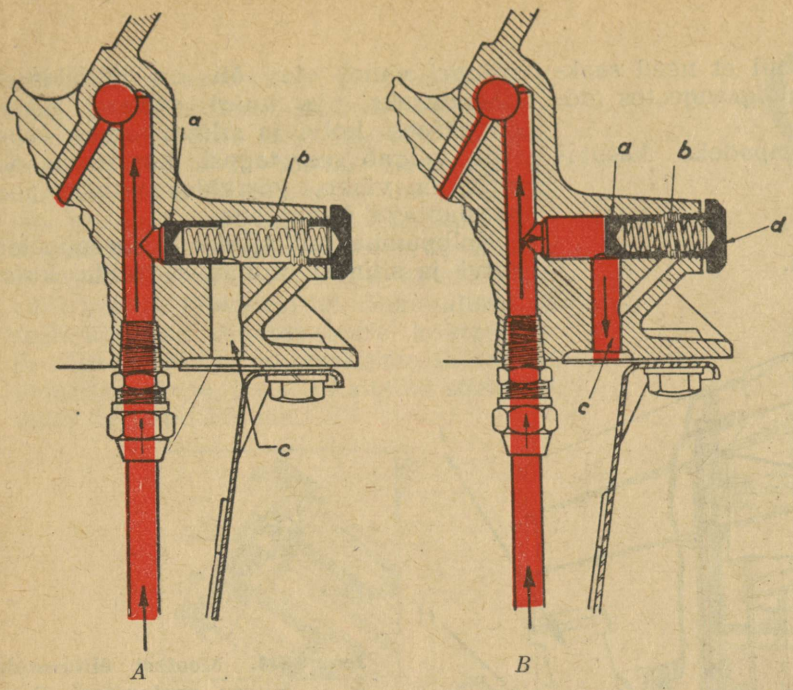
pingutuskruvi karteri seinast välja (joon. 843), mistõttu on võimalik talle hõlpsasti juurde pääsedes vedru pinget tarviduse korral reguleerida.

Paljude mootorite õlipumbad on ehitatud suurema hulga õli pumpamiseks, kui mootor seda vajab. Siin hoiab õlirõhuregulaator ära õlirõhu liigset tõusu, avades üleliigsele õlile väljapääsu õli-surutorust.

Mõnedel mootoritel juhitakse rõhuregulaatorist väljavoolav õli toru kaudu jaotuskarpi jaotus- ja väntvõlli hammasrataste õlitamiseks (joon. 844).

Õlipumbad

Õlipumpadel on täita tähtis ülesanne mootori korraliku töötamise alalhoidmises. Ta peab varustama kõiki hõõrdu-

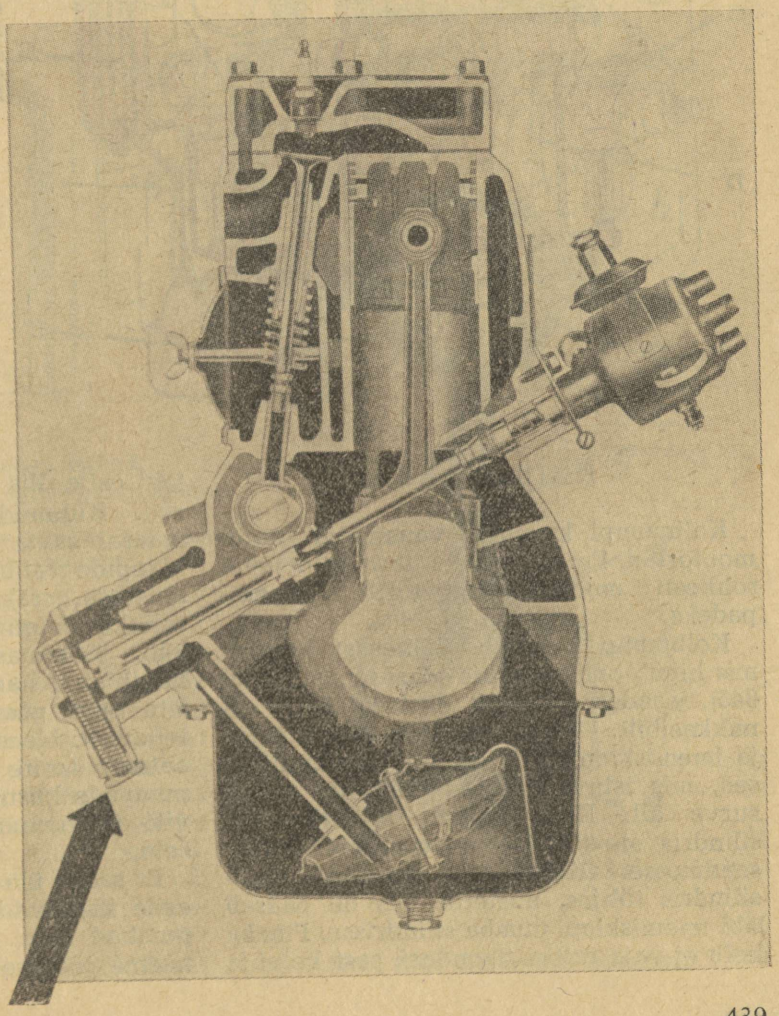


Joon. 842. Õlirõhuregulaator.

A — regulaatori klapi asend normaalsel õlirõhul,
B — regulaatori klapi asend ülemäärasel õlirõhul.

Ülemäärane õli valgub kanali c kaudu tagasi õlipanni.

a — regulaatori klapp,
b — regulaatori vedru,
c — ülemäärase õli tagasivalgumise kanal,
d — õlirõhu reguleerimiskruvi.



Joon. 843. Õlirõhuregulaatori vedru pingutuskruvi on võimalik väljastpoolt mootorit reguleerida.

Nool osutab pingulduskruvi.

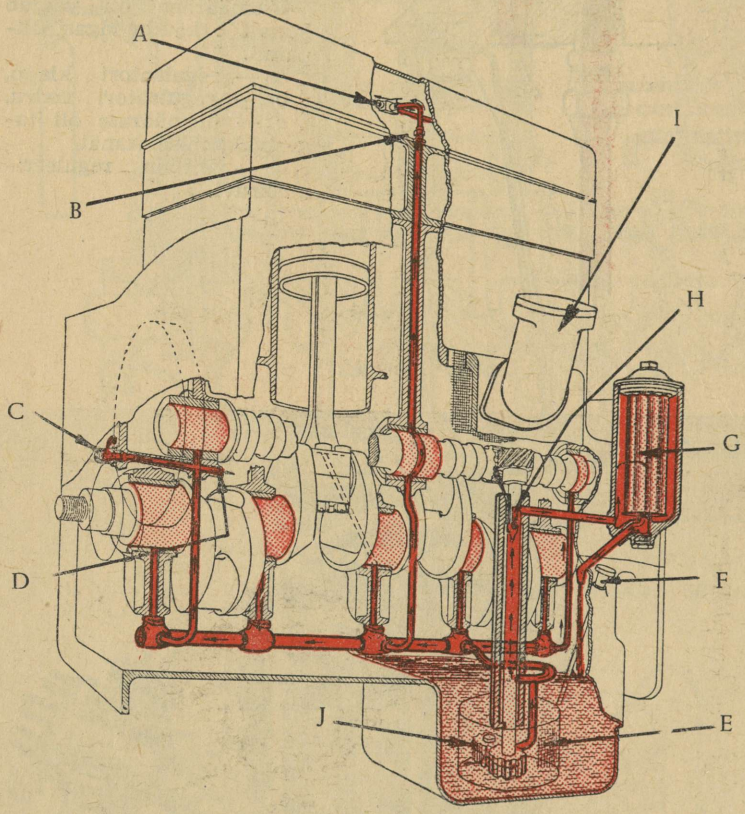
vaid mootoriosi õliga, nii et need saaksid õli tarvilikul määral igasugustes töötamistingimustes.

Automootorite õlipumpadeks kasutatakse:

a) kolbpumpi,
b) tiivikpumpi ja
c) hammasrataspumpi.

silindri vahel olev õli on küllaldaseks tihenduseks, ja kuigi vähesel määral õli pääseb kolvi ja silindri seina vahelt läbi, valgub see tagasi karterisse. See hulk on väike, võrreldes pumba poolt edasiantava õlihulgaga.

Kolbpumba puuduseks võiks nimetada kolvi ja silindri kulumist, mida kutsu-



Joon. 844. Mootori õlitusseade. A — õlitoru nookuriteni, B — ühendusmutter, C — rõhuregulaator, D — manomeetrisse, E — sõelfilter, F — õlimõõtevarras, G — filter, H — õlitoru filtrisse, I — õlivalamisava, J — õlipump.

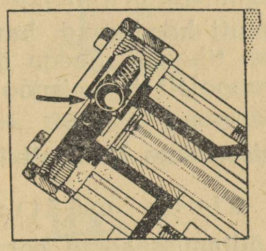
Kolbpumbad

Kolbpumpi kasutati vanematel automootoritel. Praegu kasutatakse kolbpumpi rohkesti mootorrattamootorite õlipumpadeks.

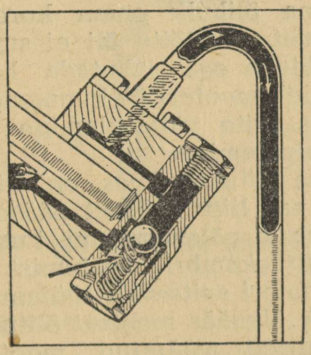
Kolbpump koosneb väikesest kolvist, mis liigub oma silindris edasi-tagasi (joon. 846), saades liikumist ekstsentrikult või nukkseibilt. Pump on varustatud suru- ja imemisklapiga. Need on teraskuulikesed, mis istuvad pesas väikese vedru surve all. Kolb tõukab allaliikumisel silindris oleva õli läbi suruklapi õlitusseadmesse. Kolvi ülesliikumisel tekib silindris tühjus, mistõttu uus õli pääseb läbi imemisklapi pumba silindrisse. Pumba kolb ei vaja erilisi tihendusi, sest kolvi ja vad esile õlis leiduvad tolmukübemekesed. Kulunud pump ei suuda nõutaval määral saata õli õlitusseadmesse. Kuulklappide vahele sattunud tolmu või muu mustuse terakesed takistavad klapi korralikku sulgumist, mispärast pump lakkab töötamast. Külma ilmaga jäävad kuulklapid hangunud õlisse peatuma ega istu oma pessa, halvates seega pumba tegevust. Need on põhjused, mis sundisid automootorite ehitajaid loobuma kolbpumpade kasutamisest ja üle minema tiivik- ja hammasrataspumpade kasutamisele.

Et saada üle puudustest, mis kuulklapid esile kutsuvad, võeti kasutamisele kolbpumbad ilma klappideta. Sellist pumpa näeme joonisel (joon. 847). See koosneb

väntvõllil *a* asetsevast ekstsentrikust *b*, millele on kinnitatud kolb *c*. Ekstsentriku pöörlemisel liigub kolb üles-alla ja, asetsedes silindris *d*, õõtsub koos sellega ümber naga *e*. Üles liikudes imeb kolb õli läbi avade *f* pumba silindrisse, kust allaliikumisel surub ta selle kolvi õõnsusse *g* ja väntvõllis oleva soone *h* kaudu väntvõlli keskel läbipuuritud õlikanalisse ja sealt kõigisse õlitatavatesse kohtadesse. Et õlis olevad mustuskübemekesed ei pääseks pumpa, on see kaitstud sõelaga *i*, mida õli peab läbima.



a



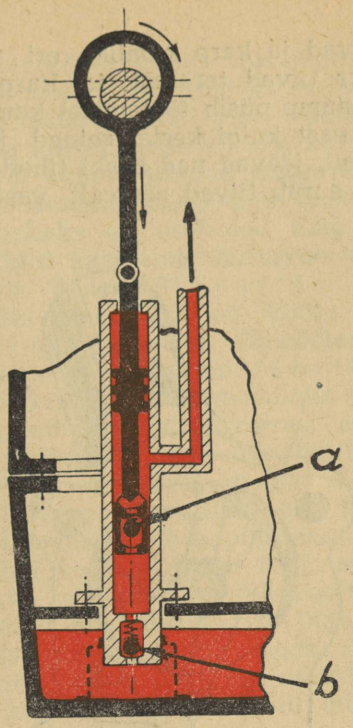
b

Joon. 845. Õlirõhuregulaatori rikked:
a — Regulaatori klapi vahele sattuv prügiterake takistab klapi sulgumist.
b — Regulaatori vedru kõverdumine ei lase klapil tarviliku määrani avaneda.

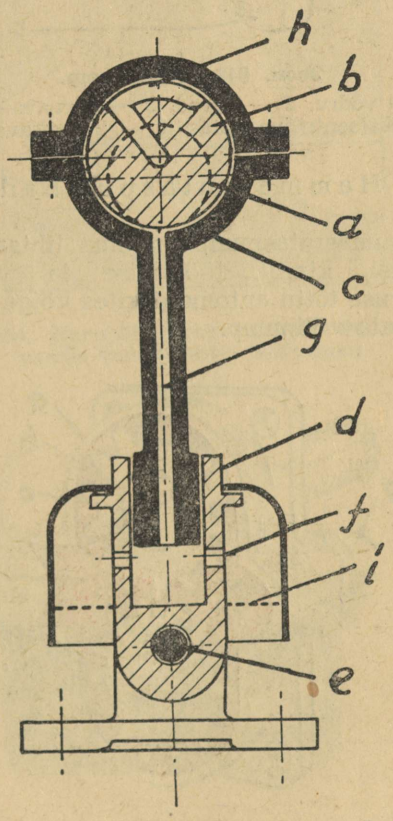
Tiivikpumbad

Tiivikpump koosneb karbist (joon. 848), milles liigub ekstsentriliselt oma võllil ketas 4. Kettas on soon, milles asetsevad kaks tiiba 2, mida vedru 1 hoiab surutuna vastu kesta seina. Tiivad libisevad oma soones edasi-tagasi ekstsentrilise ketta 4 pöörlemisel. Õli pääseb sisse imemispoolelt 5, haaratakse pumba tiiva poolt kaasa ning surutakse ava 3 kaudu õlitusseadmesse.

Väiksema hõõrduvuse saavutamiseks

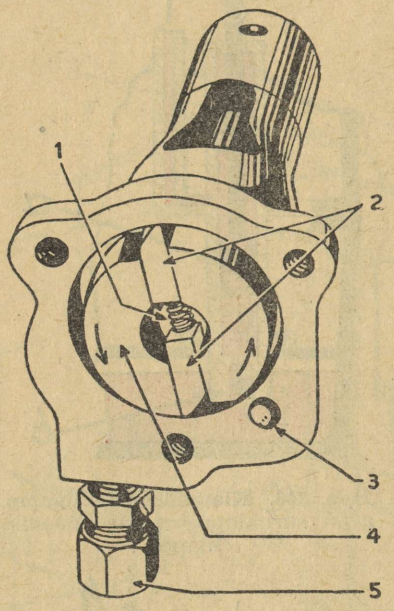


Joon. 846. Klappidega kolbpump.
a — surуklapp, b — imemisklapp.



Joon. 847. Klappideta kolbpump.

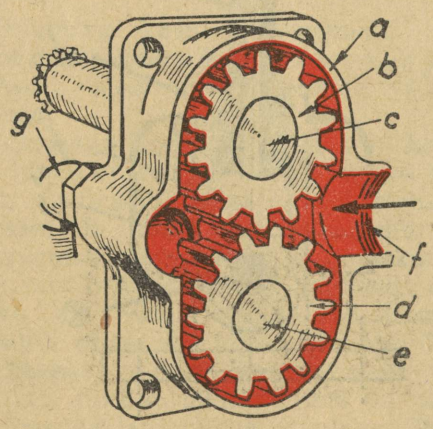
on tiivad ja karp kumbki eri metallist, näiteks tiivad terasest ja karp vasest. Tiivikpump püsib töötamisel kauem tihedana, sest kuigi kesta seinad ja tiivad kuluvad, jäävad nad siiski tihedaks, sest vedru surub tiivad püsivalt vastu kesta seina.



Joon. 848. Tiivikpump.
1 — vedru, 2 — tiivad, 3 — suruava, 4 — ekstsentriline ketas, 5 — imemisava.

Hammasrataspumbad

Hammasrataspump on oma lihtsa ehitusviisi, kindla töötamise ja vähese kuluvuse tõttu automootorites kõige enam kasutatav õlipump.



Joon. 849. Hammasrataspump.

Ta koosneb karbist *a* (joon. 849), milles asetsevad kaks hammasratast. Hammasratast *b* pöörab võll *c*, mida omakorda paneb liikuma mootori jaotusvõll. Hammasratas *b* veab endaga kaasa hammasratast *d*, mis pöörleb vabalt oma võllil *e*. Õli pääseb pumpa imemisava *f* kaudu, võetakse hammasrataste ja karbi seina vahele ja viiakse hammasrataste hammaste poolt pumba surupoolele, kust see surutakse ava *g* kaudu õlitusseadmesse.

Hammasrataste otspinnad ja hammaste otsad on valmistatud tihedalt karpi sobivatena, samuti hambuvad hammasrattad teineteisesse tihedalt. Seega õli ei pääse pumba surupoolelt imemispoolele.

Õlitamisseadme kontrollabinõud

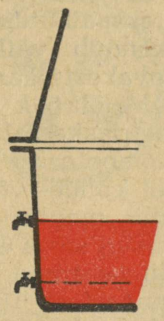
Õli nivoo mõõtmine

Mootori õlitamisseadme korralik töötamine eeldab tarvilikku õli hulka õlipannis. On õlitusseadmes liiga vähe õli, peab sama õlihulk enam kordi läbima õlitusseadet, mistõttu õli ei suuda vajalikult jahtuda ega jahutada hõõrduvaid pindu; tekib mootori ülekuumenemine või koguni laagrite väljasulamine või kolbide kinnipõlemine.

Kui aga õlitusseadmes on liiga palju õli, võib see liiga rohkelt pääseda mootori silindrite põlemisruumi, kus ta esile kutsub survekambri nõestumist ja põhjustab mootori suitsevalt töötamist.

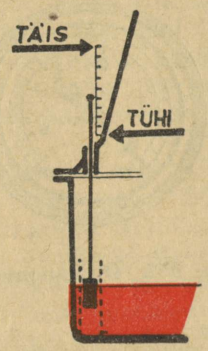
Tarvilik õlimäär mootori õlitusseadmes on katseliselt määratud mootoritehase poolt ja juhi kohus on hoolitseda, et mootori töötamisel seal oleks õli ettenähtud määral. Õlihulga õigel määral hoidmiseks on õlitusseadmel osutatud õli kõrgeim ja madalaim lubatud nivoo õlipannis. Õliseisu kontrollimiseks olid vanematel mootoritel õlikraanid, millest üks asetses õli kõrgeima lubatud nivoo kõrgusel, teine madalaima nivoo kõrgusel (joon. 850). Kui avamisel ülemisest kraanist õli ei tule, alumisest aga tuleb, on õlihulk õige. Kui aga alumisest kraanist ka õli ei tule, on õli liiga vähe ja seda tuleb kohe juurde lisada. Need kontrollkraanid osutusid väga ebaotstarbekaiks: põrusid mõnikord lahti ja võimaldasid õli väljavoolamist, ummistusid ega võimaldanud õli juurdevalamisel näha, millal piisas juurdevalamisest. Seepärast loobuti nende kasutamisest automootoritel.

Mõnedel automootoritel kasutati õli nivoo kontrollimiseks korkujukit (joon. 851), mille külge kinnitatud traatvarras ulatus karterist välja. Väljaulatuva otsa kohta asetatud astmikult võis lugeda õli nivood õlitusseadmes. Kuid ka see viis ei osutunud otstarbekaks, sest traatvarras võis jääda karteri avasse kinni kas paindumise või vahelesattunud mustuse tõttu ja siis ei näidanud enam õiget õliseisu.

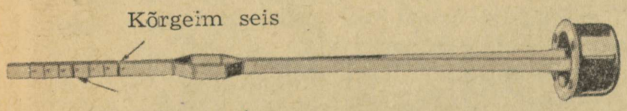


Joon. 850. Õli nivoo kontrollkraanid.

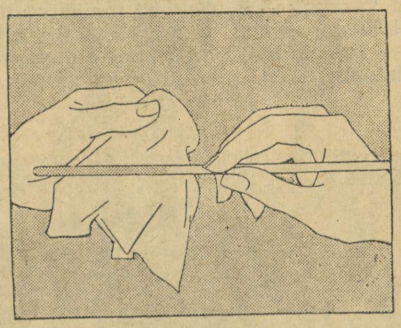
Otstarbekaks on osutunud ning leiab praegu üldist kasutamist õli nivoo mõõtevarras, nn. õlimõõtevarras (joon. 852). Selle kasutamine on lihtne ja ta näitab õli täpset nivood. Õlimõõtevarras on lihtne metallvarras, millele on tähistatud lubatav kõrgeim ja madalaim õli nivoo õlipannis. Õlimõõtevarras asetseb karteri küljel selleks ettenähtud avas (joon. 853), ulatudes otsaga õlipanni õlisse. Õli nivoo kontrollimiseks tõmmatakse mõõtevarras välja, pühitakse puhta lapiga õlist kuivaks (joon. 854), sest ta on töötava mootori väntvõlli poolt õliga üle pritsitud, mis takistab otse õige nivoo määramist, pistetakse siis tagasi ja võetakse uuesti välja. Siis on mõõtevardal selgesti näha, millise määrani õlipannis on õli.



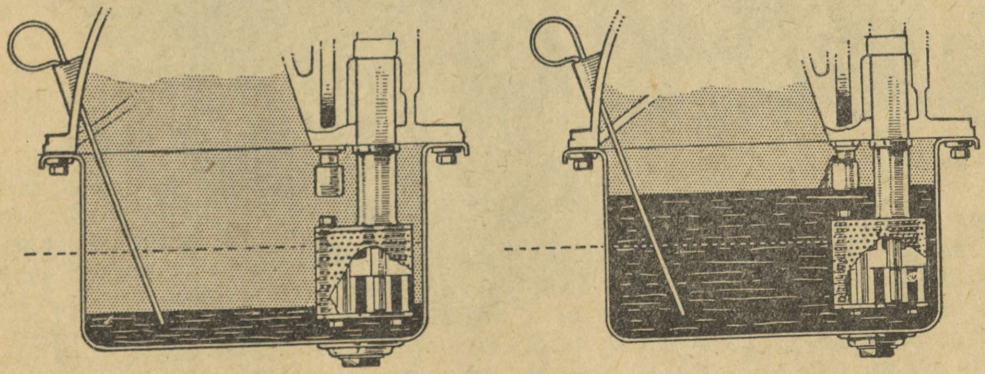
Joon. 851. Ujuk õli nivoo kontrollimiseks.



Joon. 852. Õlimõõtevarras.



Joon. 854. Enne õli nivoo kontrollimist mõõtevarras puhta lapiga kuivatada.

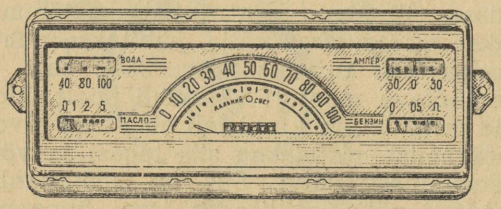


Joon. 853. Õlimõõtevarras ulatub otsaga õlipannis olevasse õlisse.

Õlimanomeetrid

Õlimõõtevarras näitab küll, kas mootori õlitusseadmes on tarvilikul määral õli, kuid ei ütle meile, kas see õli täidab ka korralikult oma ülesannet — mootori õlitamist.

Õlitusseadme töötamise kontrollimiseks kasutatakse õlimanomeetrit — õlirõhumõõtjat. Õlimanomeetер asetseb juhile nähtavas kohas armatuurlaual (joon. 855) ja on peene vasktoru kaudu ühenduses õlitusseadme surutoruga (joon. 856).

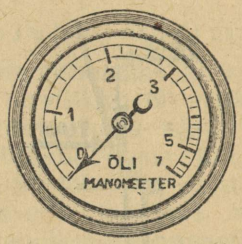


Joon. 855. Veoauto Gaz-51 armatuurlaual asetsevad mõõteriistad.

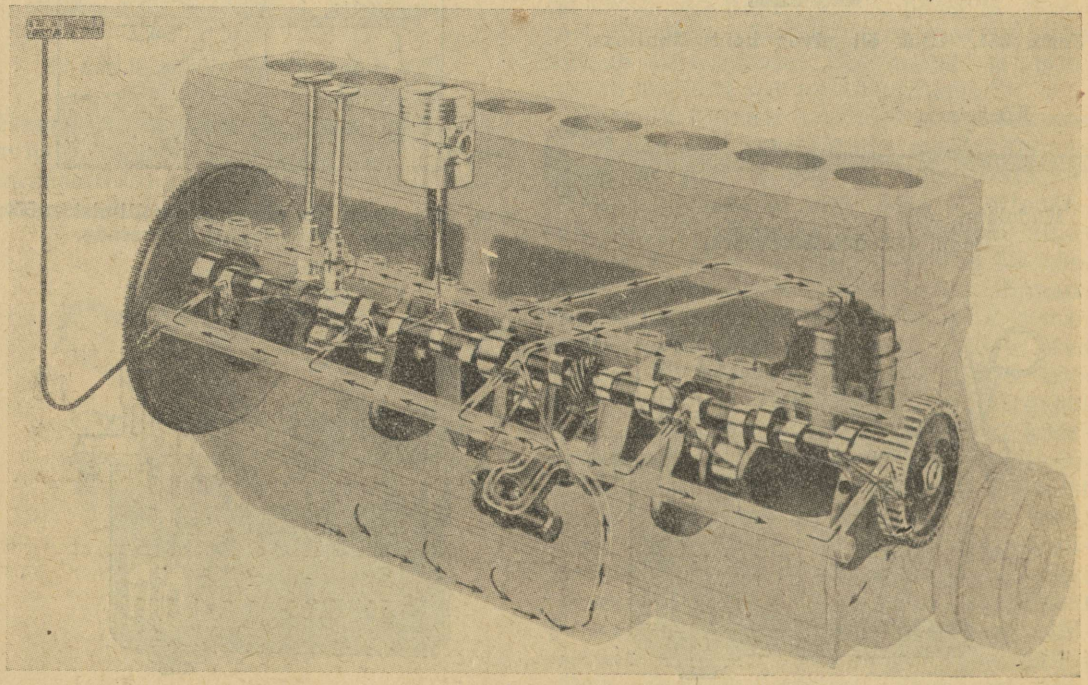
Üleval vasakul — jahutusvee temperatuuri näitaja, üleval paremal — ampermeeter, all paremal — bensiinihulga näitaja, all vasakul — õlimanomeeter, keskel — kiirusenäitaja.

Õlimanomeeter (joon. 857) näitab õlitusseadmes oleva õli rõhku atmosfäärides. Õlimanomeeter koosneb kestast, milles asetseb kõver lame toru. Õlirõhk mõjub sellele kõverale torule sirgekspainutavalt. Sirgekspainutuse määr sõltub õlirõhust ja kandub väikeste hammasrataste või hoovakeste kaudu üle osutile. Õlirõhu määr ehk õlirõhk on loetav osuti kohal manomeetri skaalalt.

Mõnede automootorite manomeetritel on osuti asemel kolme- või neljatiivaline punane seib, mis mootori õlirõhu langemisel pöörab tiivad sama arvu avade ette (joon. 858). Õlitusseadme korralikul töötamisel pole punastest tiibadest midagi näha. Õlirõhu langedes ohtlikkuse piirile on avad kaetud punaste tiibade poolt.

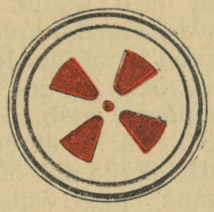


Joon. 857. Õlimanomeeter.



Joon. 856. Õlimanomeeter on peene vasktoruga ühenduses õlitusseadme surutoruga.

Punane värvus on juhile paremini nähtav ja haarab enam juhi tähelepanu kui õlimanomeetri osuti seis, kuid ta ei näita õlirõhu määra.



Joon. 858. Õlirõhunäitaja.

Peale mainitute kasutatakse ka elektrilisi õlirõhunäitajaid. Elektriline õlirõhunäitaja koosneb elektrilisest kontaktist, mis on ühendatud õlisurutoruga. Mootori töötamisel hoiab õlitusseadmes olev õlirõhk kontaktid lahti. Kui aga rõhk õlitusseadmes mingil põhjusel langeb, puutuvad kontaktid kokku, mispuhul armatuurlaual lööb punane märgutuli põlema. Punane tuli tõmbab enesele kohe juhi tähelepanu.

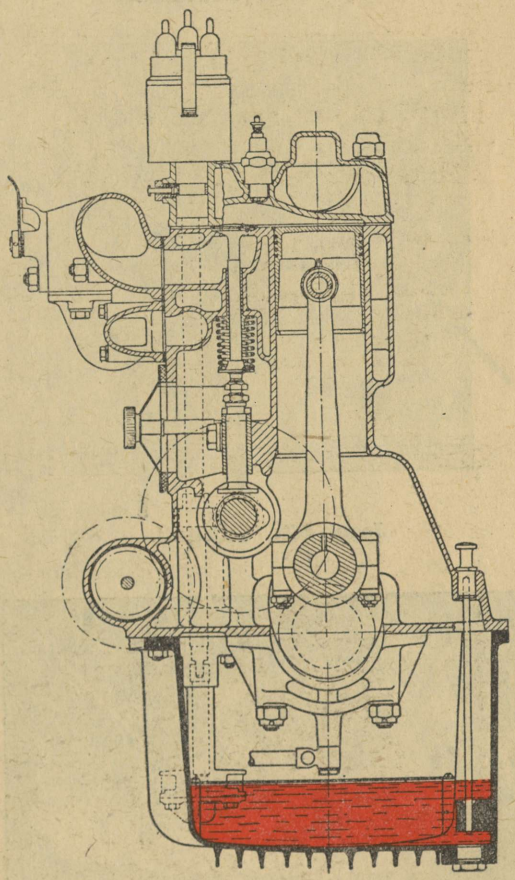
Õlirõhk õlitusseadmes kõigub koos mootori pööretearvuga. Sõitmisel 20-km-se tunnikiirusega näitab automootori õlimanomeeter umbes 0,5—1,0 at, 50-km-se tunnikiiruse puhul aga 1,5—2,0 at. Õlimanomeetri maksimaalse näidu määrab õlirõhuregulaator, sest õlitusseadmes ei saa õlirõhk tõusta kõrgemale, kui seda rõhuregulaator võimaldab.

Kui mootori tapid ja laagrid on kulunud, osutavad nad õli laagrite vahelt väljavoolamisele väiksemat takistust. Seetõttu langeb õlirõhk õlitusseadmes. Seda näitab ka kohe õlimanomeeter. Seega on õlimanomeeter teataval määral automootori mehaanilise kulumise määra näitajaks. Külma mootori käivitamisel näitab õlimanomeeter kõrgendatud rõhku, sest paksu õli tõttu ei pääse üleliigne õli nii hõlpsasti survetorustikust ega tappide ja laagrite vahelt välja.

Õlijahutid

Peale oma otsese ülesande, õlitada mootori hõõrduvaid pindu, on mootori õlil täita tähtis kõrvalülesanne — jahutada hõõrduvaid osi. Vastastikusest hõõrdumisest osad soojenevad, kuid õli, valgudes nende vahelt läbi, võtab enesega soojuse kaasa, muutudes ise sealjuures soojaks. Soojenemisel õli kaotab oma õlitamisomadusi ja kuum õli ei suuda enam küllaldaselt jahutada mootori hõõrduvaid osi. Et ära hoida õli liigset soojenemist, mis võib ette tulla mootori töötamisel täisvõimsusega, on automootoritel ette nähtud õlijahutid.

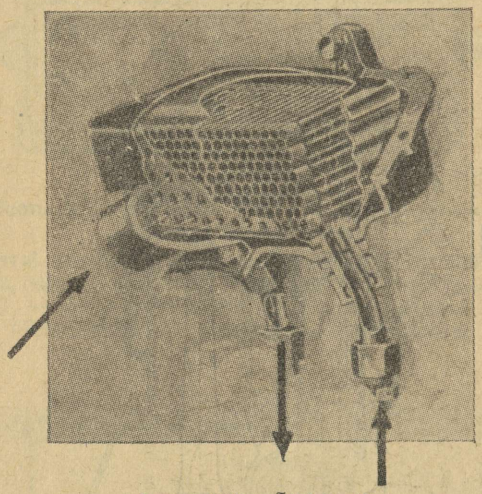
Lihtsaimaks õli jahutamisabinõuks on õlipann kui ka õlipannile väljapoole ehitatud ribid (joon. 859). Kuid need ribid täidavad oma ülesannet korralikult ainult siis, kui ribide vahed hoitakse alati porist puhtad. Kuna autod sageli sõidavad poristel teedel, on need jahutusribid sageli pori täis ja pori takistab õli korralikku jahtumist sellisel määral, et jahutusribid võivad osutuda isegi kahjulikeks.



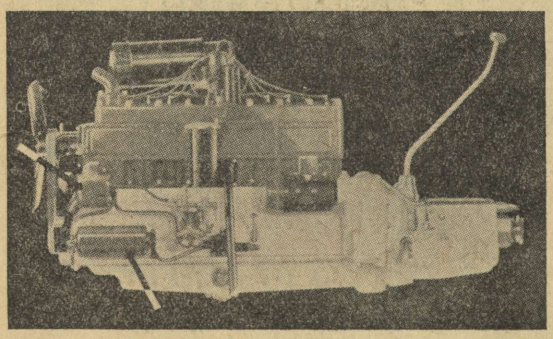
Joon. 859. Õli jahutusribid õlipanni all.

Võimsamad automootorid on varustatud eriliste õlijahutitega (joon. 860). Need on sarnased autoradiaatoritega, kuid mõõteilt väiksemad; nad on valmistatud õhukestest vasktorudest, milledest õli läbi voolab. Õlijahuti on ehitatud radiaatori sisse või selle alla ja annab

liigse soojuse edasi radiaatorit läbivale õhuvoolusele. On olemas ka konstruktsioone, kus õlijahuti asetseb eraldi-aparaadina mootori küljel (joon. 861). Esimesel viisil õli voolab torude sees ja neid ümbritseb jahutusvesi. Külma mootori käivitamisel soojeneb jahutusvesi jahutusseadmes kiiremini kui õli õlitusseadmes ja siis jahutusseadme soe vesi õlijahuti kaudu soojendab õlitusseadmes olevat külma õli. See võimaldab mootoril saavutada kiiremini oma töötamistemperatuuri. On aga mootor juba soojenenud, hakkab õli hõõrumisel tekkiva soojuse mõjul kuumenema ja siis hakkab jahutusseadme soe vesi liigselt kuumenenud õli õlijahutis jahutama.



Joon. 860. Õlijahuti.



Joon. 861. Õlijahuti asetseb mootori küljel — pealmine nool. Alumine nool osutab õlifiltrit.

Õlisõelad ja õlifiltrid

Mootori töötamisel satub õlitusseadmesse mootorisse imetavast õhust tolmukübemekesi, laagritelt ja teistelt hõõrduvatelt mootoriosadelt hõõrdub maha metalliosakesi, õli ise sogastub jne. Et vältida nende kahjulike võõrkehade uuesti õliringvoolu sattumist, asetatakse õlipumba imitoru ette sõelad (joon. 862). Need purustavad õlis leiduvad õhumullikesed ja püüavad kinni õlis leiduvad suuremad kübemekesed, ise aga ummistuvad sealjuures. Seepärast peab sõelu aeg-ajalt puhastama, sest sõela ümber kogunev mustus ja sodi takistavad õli korralikku pääsemist pumpa, mis võib põhjustada hõõrduvate osade õliga varustamise puudulikuks jäämist. Kui puuduvad tehase ettekirjutused mootorite õlisõela puhastamise kohta, tuleb seda teha järjekindlalt umbes iga 10 000 km sõidu järel.

Väiksemate mustuskübemete kõrvaldamiseks õlitusseadmest kasutatakse nn. õ l i f i l t r i t.

Õlifiltreid (joon. 863) on mitut tüüpi. Need koosnevad plekkanumast, millesse on asetatud kurnriie. Filtrisse juhitav õli läbib selle riide ja voolab teisest avast puhtana välja. Kurnriie kogub endasse õlis leiduva mustuse. Kurnriie või kogu kurn tuleb uuendada umbes iga 12 000—15 000 km järel; sest siis on ta niivõrd täitunud mustusega, et ta enam ei puhasta õli ja takistab õli läbivoolamist.

Et ei tekiks õlitamisrikkeid, kui ummistunud filter ei lase tarvilisel määral õli läbi, lülitakse õlifilter õlitusseadmesse paralleelselt (joon. 864). Seega ei läbista õlifiltrit mitte kogu õlipumbast tulev õli, vaid ainult osa. See võimaldab mootori õlitamist ka siis, kui õlifilter on täiesti ummistunud, kuigi õlitamine siis toimub mittepuhastatud õliga.

Kui õlifilter on järjestikku õlitusseadmes, siis valgub sealt läbi kogu õlihulk, mida õlipump surub õlitusseadmesse. Järjestikku lülitatud õlifiltri puhul on filter tavaliselt varustatud kaitseventiiliga, (Zis-5), mis filtri ummistumise puhul laseb õli filtrit läbimata edasi voolata. Kaitseventiili avab ummistunud filtrist tingitud õli kõrgendatud rõhk.

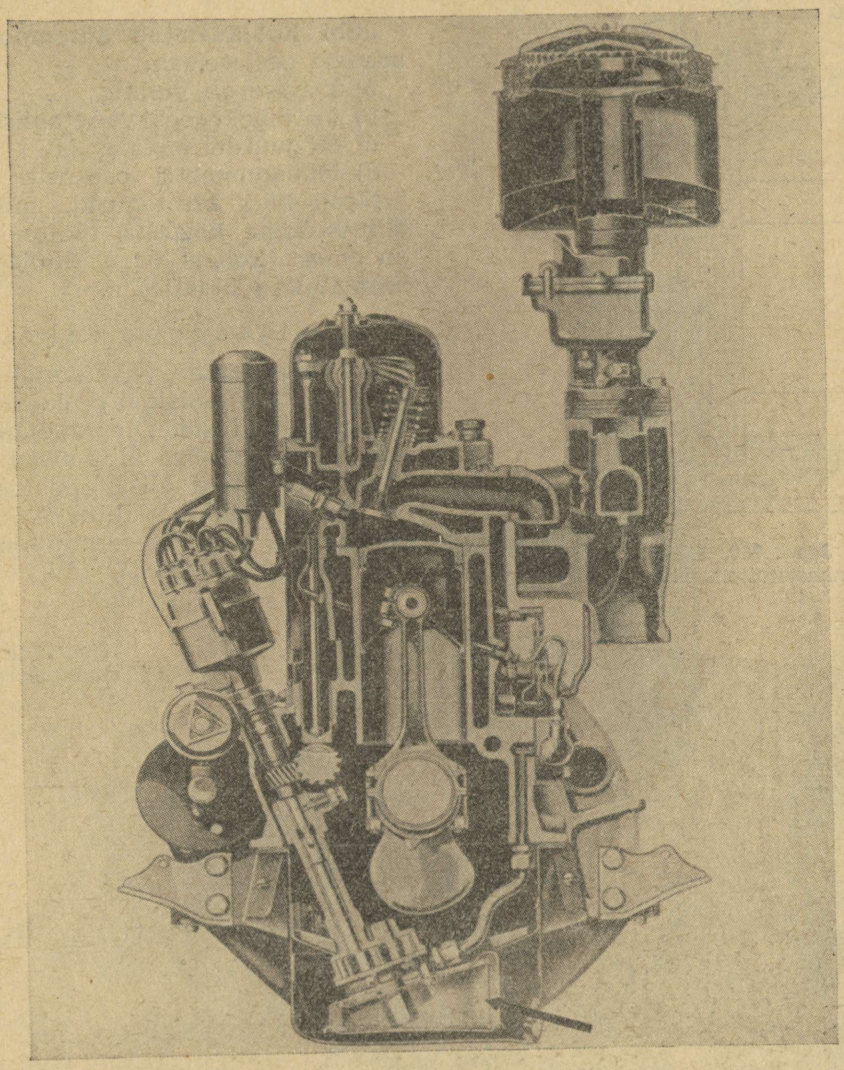
Joonisel 865 on toodud veoauto Zis-5 õlifilter. Siin pääseb õli pumba survetorust filtrisse läbi ava 7 ja toru 4 kaudu kurnaruumi. Läbides viltkurna 1 pääseb puhastatud õli toru 3 ja ava 5 kaudu filtrist välja peamagistraaltorusse. Juhul, kui filtri kurn on sedavõrd ummistunud, et õli läbivalgumine on takistatud, või-

maldub õli pääs otseselt läbi kuulklapi 6 avast 7 avasse 5.

Õlirõhuregulaator 9 asetseb filtris, võimaldades liigse õlirõhu korral õlile pääsu

Õlipumba asukoht

Suuremal osal automootoritel asetseb õlipump õlipanni madalaimas kohas (joon.



Joon. 862. Sõel õlipumba imemistoru ees — (nool osutab).

kanali 8 kaudu tagasi karterisse.

Filtri viltkurn on hõlpsasti puhastamiseks väljavõetav ega vaja igakordset uuendamist.

Joonisel 866 toodud filter ei vaja uuendamist, vaid puhastamist bensiiniga iga 2000—2500 km järel. See filter koosneb metallseibidest, millede vahelt õli peab läbi minema.

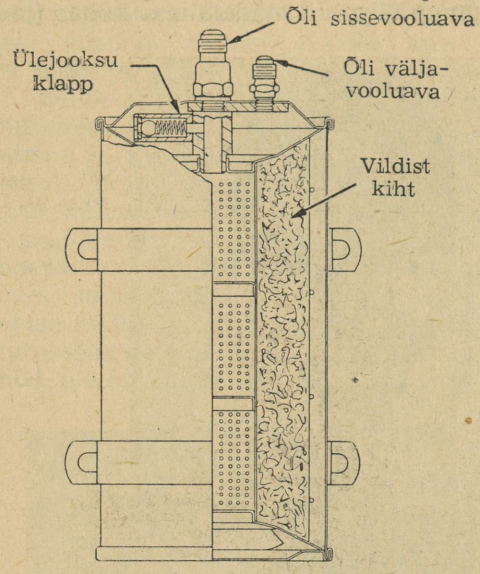
Õlifiltrit ei tohi unustada õigel ajal puhastamast või uuendamast, sest puhtast õlist sõltub suurel määral mootori vastupidavus kulumisele.

868); ta saab liikumise hammasratasülekande kaudu jaotusvõllilt. Pump ise on kinnitatud karteri külge, mis võimaldab õlipanni mahavõtmist pumpa puudutamata.

Mõnedel mootoritel asetseb pump väljaspool õli (joon. 869). Sel juhul on pump varustatud imemistoruga, mis ulatub õlisse.

Kuna õlis olev mustus ja sodi kui erikaalult raskem aine vajub õlipanni põhja, toimub mõnel automootoril õli imemine pumpa õli pinna lähedusest. Selleks on

pumbal ujuk, mis ujub õli pinnal (joon. 870). Kuna õli nivoo õlipannis on kõikuv, on ujukile antud võimalus tõusta ja langeda. Seega pump võtab õli alati ülemise pinna lähedusest.



Joon. 863. Õlifilter.
Õli peab puhastamiseks läbima vildist kihi.

Õlitusseadme eest hoolitsemine

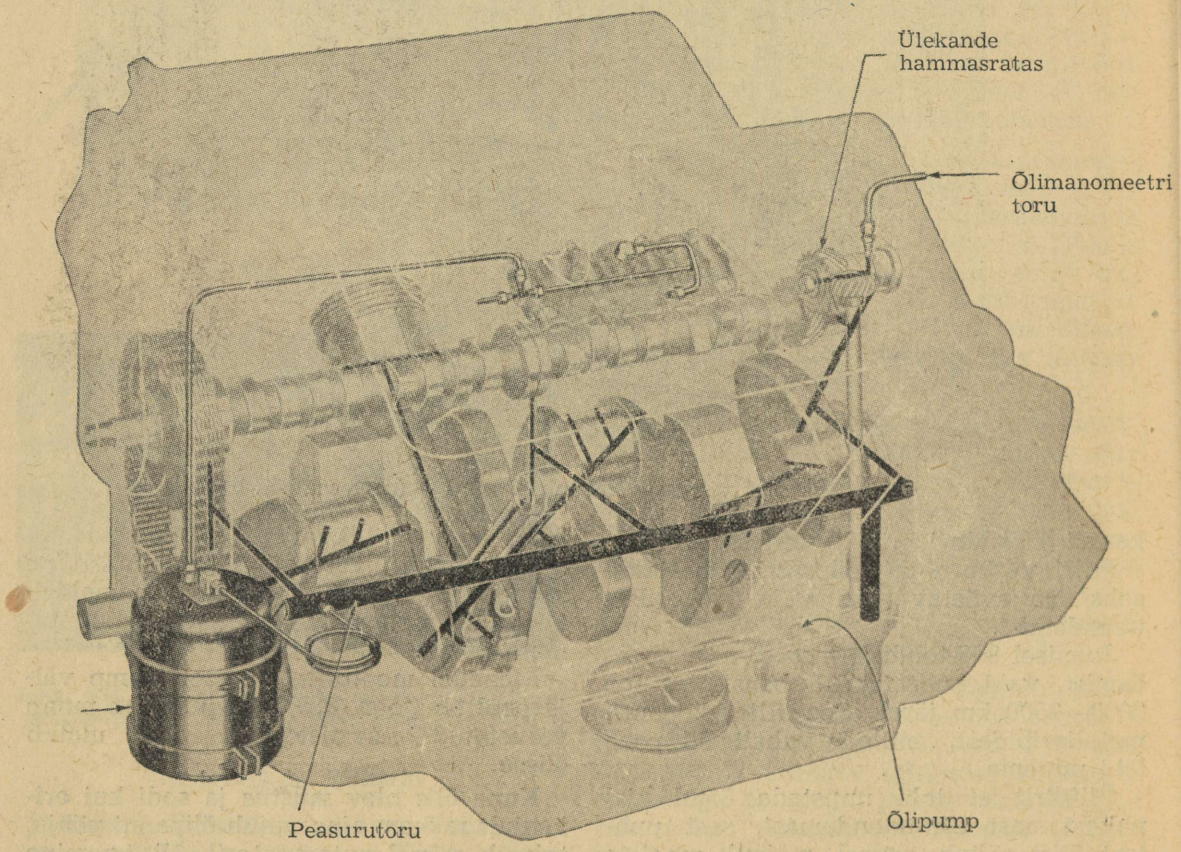
Juhi hoolitsemine automootori õlitusseadme eest seisab:

a) kohase õli valikus,
b) õli õigeaegses vahetamises,
c) õli juurdelisamises ja
d) õlimanomeetri osutuste jälgimises.

Need kõik on tegurid, millest sõltub õlitusseadme korralik töötamine, ja nad on omast kohast väga olulised mootori laitmatuks töötamiseks.

Õli õigeaegne vahetamine

Õli õigeaegne vahetamine pikendab mootori kasutamisiga ja säästab mootori korrashoiukulusid. Õli vahetamise põhjuseks ei ole niivõrd õlitamisomaduste vähenemine, kuigi õli kõrges temperatuuris õhuga kokku puutudes oksüdeerub (hapendub), kui õli muutumine kõlbmatuks segunemise tõttu võõr-

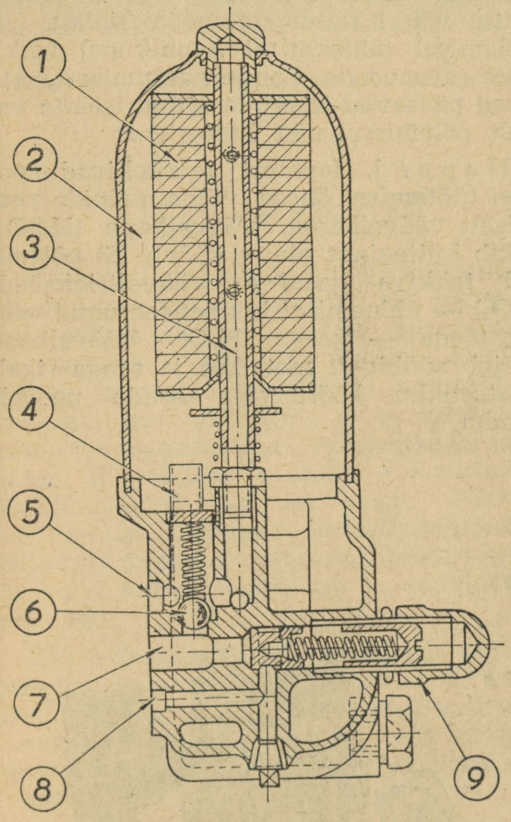


Joon. 864. Õlifilter asetseb õlitusseadmega paralleelselt.

ainetega, mis satuvad mitmel teel õlitusseadmesse, ja vedeldumise tõttu.

Võõrained õlis

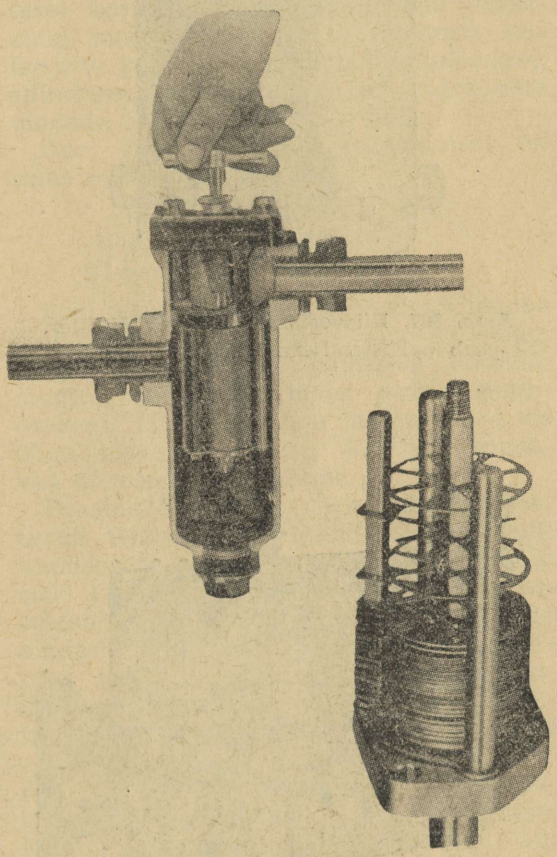
Õlisse sattuvatest võõrainetest väärivad tähelepanu järgmised: a) tolm, b) tahm, c) metalliosakesed, d) liga, e) vesi ja f) happed.



Joon. 865. Veoauto Zis-5 õlifilter.
1 — viltkurn, 2 — kurnaruum, 3 — puhastatud õli toru, 4 — toru õli pääsuks kurnaruumi, 5 — õli väljavalgumise ava, 6 — kuulklapp, 7 — õli sissevalgumise ava, 8 — regulaatorist läbipääseva õli väljavalgumise ava, 9 — õlirõhuregulaator.

Tolm. Tolmu pääseb mootorisse koos välisõhuga. Suurem osa sellest tuleb ühes heitegaasidega jälle mootorist välja, kuid osa satub õlistele silindriseintele ja valgub sealt koos õliga karterisse.

Õhupuhastite kasutamine ja alatine hoolitsemine nende korrasoleku eest vähendab küll mootorisse imetava tolmu hulka, kuid ei vabasta mootorit tolmust täielikult. Tolm, mis osutub peenteks liivaterakesteks, kulutab kui smirgel mootori vastastikku hõõrduvate osade pindu, millede vahele ta satub. Kuigi mootorite õlitusseadmes kasutatakse õlifiltreid, ei läbi kogu õli filtrit, sest filter asetseb paralleelselt õlitusseadmega. Seetõttu filter ei püüa kõiki tolmuterakesi kinni, vaid osa neist satub koos õliga mootori hõõrduvate pindade vahele ja kutsub esile kulumist; seda pahet suurendab filtri puhastamise hilinemine.

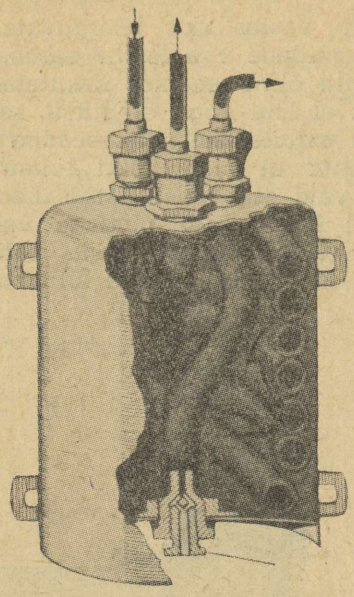


Joon. 866. Metallseibidest õlifilter.
Pideme keeramisega puhastatakse filter.

Tolmu pääseb mootorisse ka õli sissevalamisava ja karteri tuulutamisava kaudu.

Tahm. Tahma satub õlisse silindrite survekambrist, kus see tekib kütuse ja õli mittetäielikust põlemisest. Survekambrites tekib põlemisel kahesuguseid tahmakübemekesi: kõvu ja pehmeid.

Pehmed tahmakübemed hõljuvad õlis ja annavad õlile musta värvingu, olles ise sealjuures täiesti kahjutud. Kõvad tahmakübemed sellevastu kulutavad mootorit samuti kui tolmukübemekesedki.

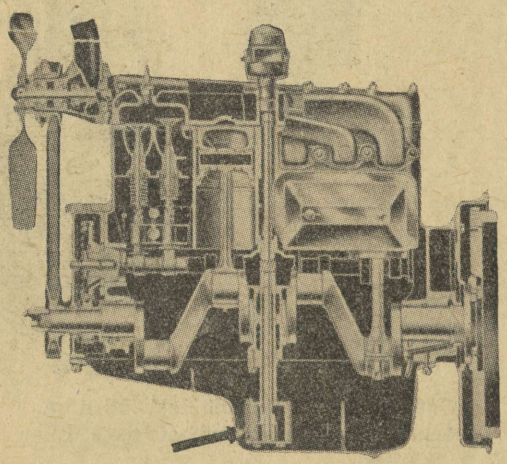


Joon. 867. Riievoolikust koosnev õlifilter.
Õli peab puhastamiseks läbima vooliku seinad.

kübemekestest, mis puutudes kokku kondenseeruva veeauruga, moodustavad õlipanni seintele, õlitorudesse, sõeltele ja mujale paksu, kleepuva kihi — liga. Liga tekkimist soodustab alaväärtusliku õli kasutamine, mis jätab järele kleepuvaid jääke.

V e s i. Vett satub õlitusseadmesse kahel teel: kas jahutusseadmest mõne puudulikult kinnitatud või vigase tihendi tõttu või kütuses oleva vesiniku (H) põlemisel (ühinemisel hapnikuga) tekkivate veeaurude kondenseerumisest, kui need pääsevad kolvi ja silindriseinte vahelt põlemisruumist karterisse.

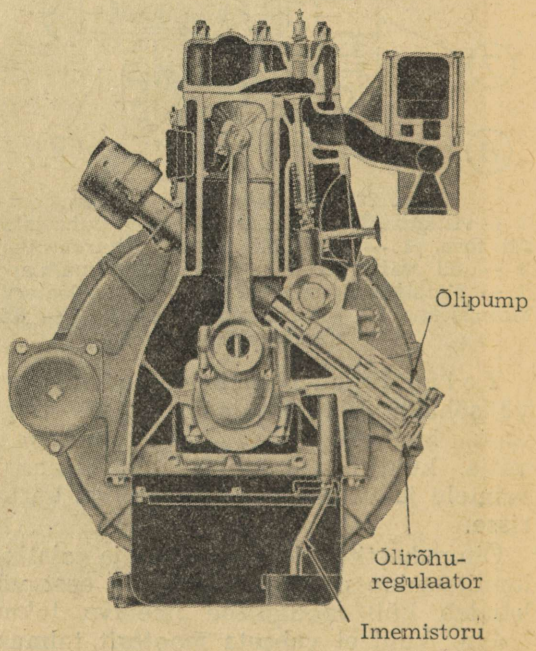
H a p p e d. Hapetest, mis tekivad mootori töötamisel õlisse, võiks mainida peamiselt väävelhapet. Väävelhape (H_2SO_4) tekib kütteaines oleva väävli (S) põlemisel tekkiva gaasi — vääveltrioksüüdi (SO_3) — ühinemisel kondenseerunud veeaurudega — veega (H_2O). Väävelhape mõjub sööbivalt metallile ja seega rikub vastastikku hõõrduvate osade peegelpindu.



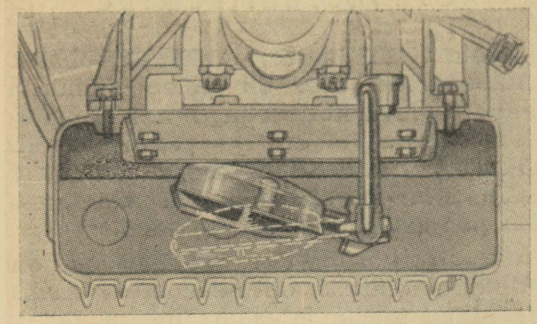
Joon. 868. Õlipanni põhjas asetsev õlipump.

M e t a l l i o s a k e s e d. Metalliosakesed satuvad sissetöötanud mootori õlisse mootori vastastikku hõõrduvate osade loomulikust kulumisest. See metalliosakeste hulk on väga väike. Seevastu uue mootori sissetöötamisel on mahahõõrduvate metalliosakeste hulk üsna suur.

L i g a. Liga tekib õlitusseadmes sinna kogunenud tolmu, tahma, metalli ja kütuse



Joon. 869. Õlipump asetseb kõrgemal õli nivoost.



Joon. 870. Õlipumba küljes olev seadis õli imemiseks õlipinnalt.

Õli vedeldumine

Määrdeõli vedeldumist põhjustab silindritest õlisse sattuv bensiin. Õli vedelduvalt mõjub külma mootori käivitamine ja mootori töötamine rikka seguga. Külma mootori käivitamisel kasutatakse rohkesti nn. „toorest", s. o. karburaatori õhupiiramisklapi sulgemisega imetakse mootorisse rikast — bensiiniga üleküllastatud — küttesegu. Rikkast küttesegust satuvad bensiinitilgakesed silindrite seintele, valguvad silindri seina ja kolvi vahelt karterisse ja vedeldavad seal õli.

Õli vedeldumine sõltub suurel määral mootori mehaanilisest seisukorrast. Kulunud kolbide ja silindrite puhul vedeldub mootoriõli kiiremini, sest siis pääseb põlemata kütust hõlpsamini õlipannis olevasse õlisse.

Ka mootori kasutamistingimustest sõltub õli vedeldumine. Pidevalt töötava automootori õli vedeldub väiksemal määral kui sageli peatatava mootori õli. See on tingitud sellest, et eriti käivitamisel lisandub tunduval määral kütust õlisse.

Õli vedeldumine sõltub ka mootori ehitusest. Näiteks termostaadiga varustatud mootori õli ei vedeldu nii kiiresti kui termostaadita mootori õli, sest termostaat kiirendab mootori soojenemist käivitamisel ja takistab mootori liigset jahenemist, mis põhjustab kütuse kondenseerumist silindrite seintel, kust ta satub õlisse.

Karteri hea tuulutus vähendab tunduvalt õli vedeldumist.

Nagu nägime, koguneb hoolimata sellest, et mootoril on õhupuhastid, õlifiltrid jne. õli puhastamiseks, mõneaegsel mootori töötamisel määrdeõlisse siiski niipalju võõraineid, et õli muutub edasiseks kasutamiseks ebakohaseks, milleks aitab omalt poolt kaasa õli vedeldumine. Seepärast osutub tarvilikuks õli vahetamine või õigemini uuendamine, sest vastasel korral võib õli põhjustada tõsisemaid mehaanilisi rikkeid mootoris kas laagrite sulamise, kolbide kinnipõlemise, silindrite kriimustamise või hõõrduvate pindade üleliigse kulumise näol.

Uue, sissetöötamata automootori õli tuleb uuendada:

I-st korda 250 km järel
II-st „ 750 „ „
III-ndat „ 1500 „ „

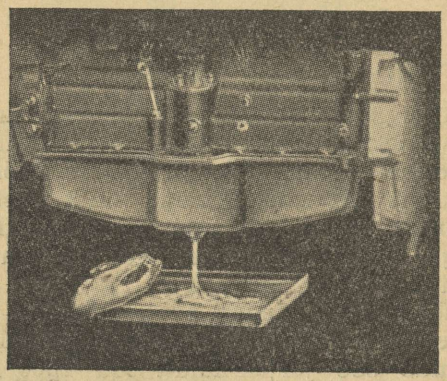
Eriti peab õli esimene vahetus toimuma õigeaegselt, sest uue, sissetöötamata mootori hõõrduvatelt pindadelt hõõrdub mootori töötamisel maha hulk metalliosakesi, mida on vaja mootorist koos õliga kõrvaldada enne, kui nad suudavad tuua mootorile kahju.

Edasine õlivahetus peab toimuma vastavalt tehase ettekirjutustele. Tavaliselt toimub see järjekindlalt iga 2000 kuni 5000 km järel, sõltuvalt mootori õlitusseadme mahutusest, õlifiltrist, ilmastikuoludest, mootori mehaanilisest seisukorrast, mootori ehitusest, kasutamistingimustest jne. Tehase vastavatest ettekirjutustest tuleb tingimata kinni pidada. Kui aga sõidukit kasutatakse külmades oludes ja sagedate peatumiste tingimuses, siis ei tee halba sagedam õli vahetamine, kui on ette kirjutatud tehase poolt. Talvel, kus õli vedeldub kiiremini, on vaja õli vahetada sagedamini (iga 1500—2500 km tagant).

Kohaseim aeg õli vahetamiseks on kohe peale pikemat sõitu, kui mootor ja õli on veel soojad. Sooja õli väljalaskmisel mootorist tulevad võõrained hõlpsasti kaasa. Õli väljalaskmiseks keeratakse õlipanni põhjas olev kork välja (joon. 871). Kogu musta õli väljasaamiseks õlitusseadmest kasutatakse loputusõli. See on eriline selleks otstarbeks valmistatud õli (vedelam ja odavam kui mootoriõli). Loputusõli valatakse mootori karterisse 2 kuni 4 l, olenevalt mootori suurusest, lastakse mootorit sellega umbes 5—10

minutit töötada ja siis lastakse see mootorist välja. Mootori loputamiseks ei tohi kasutada petrooleumi, sest see peseb kõik hõõrduvad osad õlist puhtaks; selliselt ei tohi peale õli vahetamist mootorit kohe käima lasta. Pealegi jääks osa petrooleumi õlitusseadmesse ja see vedeldaks uut sissevalatavat õli. Õli sissevalamiseks on mootoril ette nähtud õli sissevalamise ava (joon. 872). See asetseb enamikul mootoreil vasakul küljel (juhiistmelt vaadatuna), et väntvõlli pöörlemisel laialipritsitav õli ei paiskuks õli sissevalamise avast välja.

Uut õli tuleb sisse valada kuni ettenähtud ülemise õli nivooni, mis on tähistatud mõõtevardal.



Joon. 871. Mootoriõli väljalaskmine.

Õli juurdelisamine

Mootori töötamisel kahaneb õlihulk õlitusseadmes, sest õli põleb silindrite seintelt põleva küttesegu kokkupuutumisel vähehaaval ära ja pikapeale õlihulk võib kahaneda niivõrd, et õli nivoo õlipannis langeb alla lubatava määra, mis võib põhjustada mootori rikkeid.

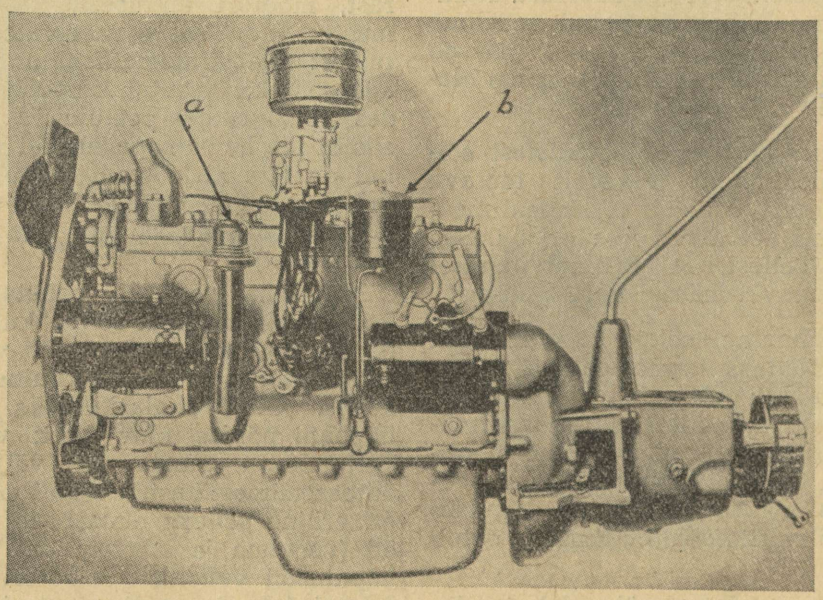
Mootori korralikuks töötamiseks on oluline, et õlihulk õlitusseadmes püsiks ettenähtud ülema ja alama määra vahel, mis on tähistatud õlimõõtevardal. Niipea kui õli nivoo õlipannis langeb alla lubatava alammäära, tuleb õli tarvilikul hulgal juurde lisada, pidades silmas, et õlihulk õlipannis ei tõuseks üle lubatava määra.

Õli nivoo kõrgust on soovitav mõõtevardaga kontrollida vähemalt kord päevas, enne garaažist väljasõitmist.

Kohase õli valimine

Määrdeõli sitkusest sõltub suurel määral mootori võimsus ja ta kütusekulu. Kasutatav õli ei tohi olla, mootori kasutamistingimustele vastavalt, mitte liiga sitke ega liiga vedel.

Mida sitkem on õli, seda suuremat jõudu on vaja mootori hõõrduvate osade vahel oleva õlikihi sisehõõrumise võitmi-



Joon. 872. a — õli sissevalamise ava, b — õlifilter.

seks. Tähendab, liiga sitke õli kasutamisel kulub asjatult liiga suur osa mootori võimsusest hõõrumistakistuse võitmiseks. Pealegi on külmal ajal mootori käivitamine liiga sitke õliga väga raskendatud.

Kuid teisest küljest ei tohi kasutatav õli olla ka liiga vedel, sest vedelat õli kulub enam ja võib tekkida hädaoht, et vähese sitkuse tõttu õlikiht hõõrduvate osade vahel jääb liiga nõrgaks, katkeb ning laseb hõõrduvaid pindu otsesesse kokkupuutesse. Seda aga ei tohi juhtuda, sest siis hõõrduvad pinnad kuluksid kiiresti. Samuti liiga vedel õli ei suuda küllaldaselt tihendada kolbi silindris ja ära hoida plahvatusrõhu kadu.

Kindlaks põhimõtteks õli valimisel olgu: kasutada nii väikese sitkusega õli, et see paras jagu veel piisab tagama mootori korralikku töötamist.

Kulunud mootorite õlitamiseks võib kasutada sitkemat õli kui uue mootori puhul, sest kulunud mootori hõõrduvate pindade vahed on suuremad, mis võimaldab sitkema õlikihi vahelolemist.

Ei ole juhi ülesanne katsetada õlidega, kuni sobiva õli leidmiseni, vaid siin tuleb kinni pidada autotehase või õlivabrikute eeskirjadest ja kasutada õlisid, mis on ette kirjutatud välistemperatuuridele vastavalt.

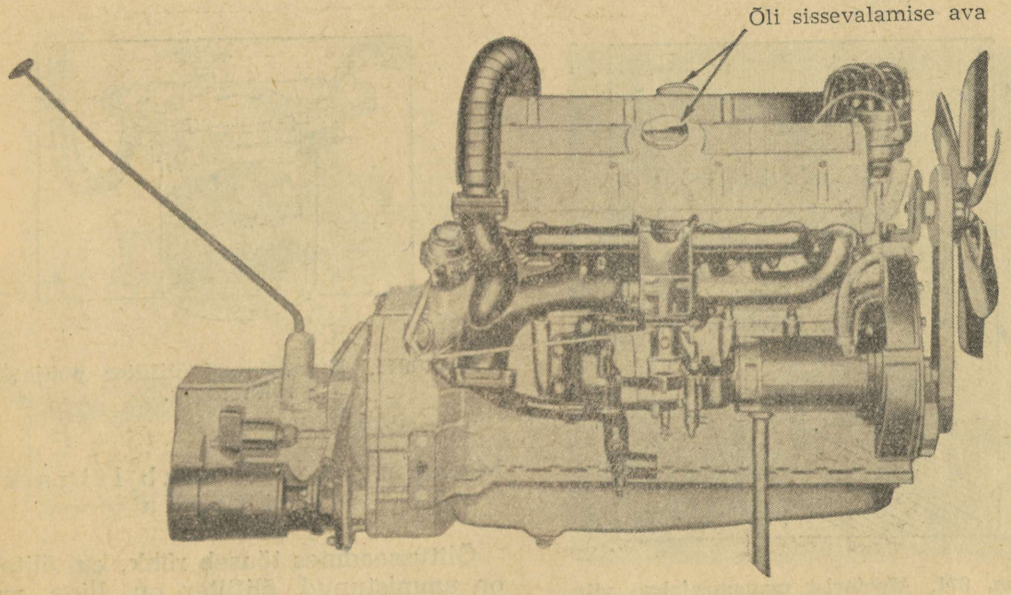
Kohase õlisordi määramine teatavate automootorite tüübile toimub tehases põhjalike katsete alusel, sest see sõltub mootori ehitusest, töötamistemperatuurist, õlitusseadmest, õli õlitamisomadustest jne.

On olemas tabelid, milles on tähendatud vastavalt automootorite tüüpidele neile sobivad õlisordid. Kuna seni piirduti ainult kahe õlisordi kasutamisega teatavale automootoritüübile — üks suviseks ja teine talviseks kasutamiseks, minnakse nüüd juba üle kolmele või koguni neljale sordile, kasutades eri sitkusega õli suvel, talvel, sügisel ja kevadel.

Kokku võttes: õli peab olema õige sitkusega, peab olema vastupidav kõrgele temperatuurile, peab põlema jääke jätmata, ei tohi sisaldada happeid, vett ega mustust.

Õlimanomeetri osutiste jälgimine

Armatuurlaual asetsev õlimanomeeter näitab juhile, kas mootori õlitusseade töötab korralikult või mitte. Töötava mootori õlimanomeetri osuti kõrvalekaldumine ettenähtud rõhu osutamisest ütleb, et õlitusseadmes on rike, mis peab kiires korras kõrvaldatama. Seepärast on väga oluline, et juht sõidu ajal sagedasti heidaks pilku õlimanomeetrile, et tekkinud rikkele kohe saada jaole ning see kõrvaldada, enne kui mootor saab tõsist viga õli puudumise tõttu.



Joon. 873. V-mootor, millel on kaks õli sissevalamise ava.

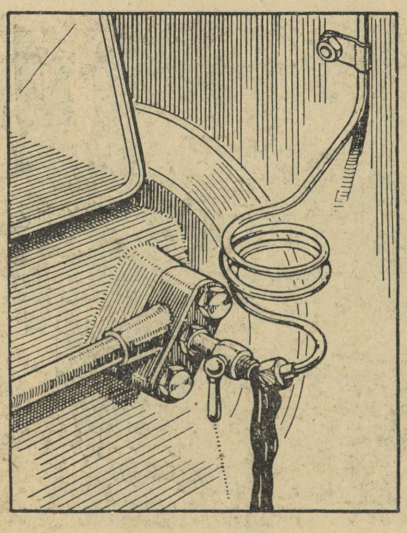
Manomeeter ei osuta rõhku

Kui õlimanomeeter üldse ei osuta rõhku, võib rike olla kas

1) mootori õlitusseadmes,
2) manomeetris või
3) mootorist manomeetrini ulatuvas õlitorus.

Mootori õlitusseadmes võib vibreerimise tõttu olla murdunud mõni õlitoru või lahti põrunud mõni õlitoru kinnitusmutter. Pump pumpab kogu õli läbi katkise toru tagasi õlipanni. Harvemini esineb rike õlipumbas murdunud pumbavõlli näol. Kui hammasratas-õlipump ei asetse õlipanni põhjas õli sees, vaid kõrgemal õlipinnast ja imeb õli toru kaudu, võib õli imemine katkeda, kui õlipump mootori käivitamisel pole küllalt õhutihe. See rike tuleb mõnikord ilmsiks õli vahetamisel. Seks korraks rike kõrvaldub veidi õlipumpa õli valamisega.

Manomeetris esineb rikkeid harva. Et kindlaks teha, kas rike on õlitusseadmes, keeratakse väikesel pööreteарvul töötaval mootoril manomeetrisse ulatuva õlitoru ots lahti. Kui siis õlitorust õli pritsib välja rõhu all, on õlitusseade korras, manomeeter aga on rikkis. Rikkis manomeetrit pole soovitav parandada, vaid ta tuleb asendada uuega. Kui aga õlitorust õli ei tule, on rike õlitusseadmes ja tuleb viivitamatult asuda selle rikke kõrvaldamisele.



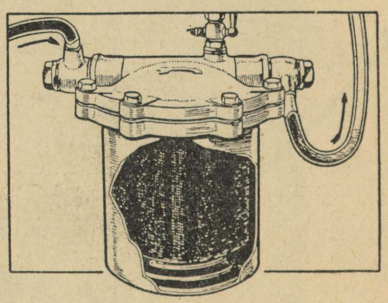
Joon. 874. Mootorist manomeetrisse viiv õlitoru on purunenud.

Mootorist manomeetrisse ulatuva õlitoru murdumise või lahtipõrumise puhul surub õlipump mootori töötamisel õli vigase koha kaudu välja (joon. 874). Kui selline rike tuleb ilmsiks teel ja muidu on õlitusseade korras, võib rikke kohal toru ots tangidega kokku pigistada või isoleerpaelaga või puitprundiga õli väljavool kinni panna ja edasi sõita, kuigi õlimanomeeter on välja lülitud ja enam ei osuta. Esimesel võimalusel tuleb rike parandada.

Manomeeter osutab liiga madalat rõhku

Siin võib põhjuseks olla kulunud laagrid või pragunenud õlitoru; mõlemal juhul valgub õlisurujuhtmest osa pumbatavat õli välja, mis põhjustab rõhu langust. Viga ei tohi katsuda kõrvaldada õlirõhuregulaatori reguleerimisega kõrgemale rõhule, vaid tuleb laagrid korda seada, sest kulunud laagritest pritsib liiga palju õli silindrite seintele, kust see pääseb survekambrisse, söestub põlemisel ja katab survekambri nõega, mis tekitab mootoris kloppimist ja võõrsüüdet. Sel puhul mootor töötamisel suitseb.

Rõhk õlitusseadmes langeb ka liiga vähese õli, liiga vedela õli ja ummistunud õlisõela puhul.



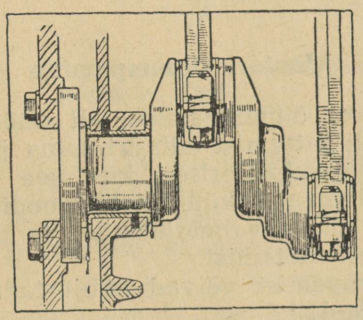
Joon. 875. Ummistunud õlifilter põhjustab rõhu tõusu.

Manomeeter osutab liiga kõrget rõhku

Õlitusseadmes tõuseb rõhk, kui õlitorud on ummistunud, õlifilter on liiga must, õli liiga paks või rõhuregulaator rikkis.

Õlikadu ebatihenduste tõttu

Sageli tuleb ette õlikadu halvasti kinnitatud tihenduse tõttu. Seda me näeme sellest, kui auto seisul tekib õlilaike mootori alla põrandale või maapinnale. See on otsene majanduslik kahju, sest kaotsiminevat õli tuleb uuega asendada. Tihti on mootori seismisel õli tilkumine läbi halvasti kinnitatud tihendite väga väike ja siis peetakse ülearuseks asuda vea otsimisele ja kõrvaldamisele, unustades, et mootori töötamisel on õlikadu palju suurem karteris kolbide üles-alla liikumisest tekkiva ülerõhu tõttu. Selline suurendatud õlikulu ebatihenduste tõttu pannakse mootori suure õlikulutuse süüks, kuigi viga on võimalik paari minuti jooksul kõrvaldada mõne kruvi või mutri pingutamisega.



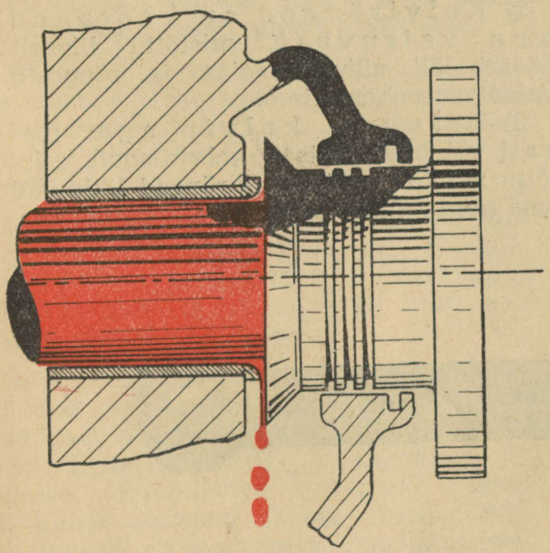
Joon. 876. Õlikadu halvasti soveldatud laagri tõttu.

Ebatihendusi tekib õlipanni ja karteri vahel oleva tihendi puudulikust kinnitamisest, klappide kattekaane halvast tihendusest, õlikorgi lahtiolekust, väljaspool mootorit olevate õlitorude halvast kinnitusest, mootori otsmiste raamlaagrite tihendite puudulikkusest (joon. 876).

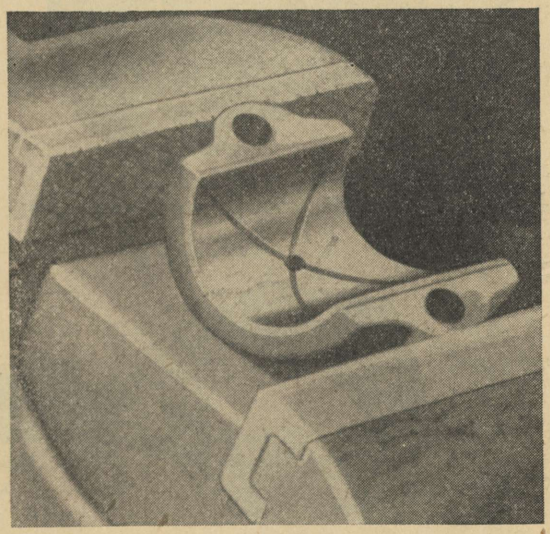
Et mootori otsmistest raamlaagritest õli, mis on õlipumba surve all, ei valguks välja, on nad tihendatud eriliste nn. labürint-tihenditega (joon. 877). Labürint-tihendi moodustavad väntvõlli otstel olevad keermed, mis võlli pöörlemisel ajavad õli mootorisse tagasi. Suurem osa õlist aga võtab juba vastu keerme ees olev õlipritsimisäärik, mis laagrist väljatuleva õli väntvõlli pöörlemisel pritsib tsentrifugaaljõul karterisse laiali, kust see valgub tagasi õlipanni.

Laagrid ja õlisooned

Õli juhitakse laagrisse sellises kohas, kus laagrisurve on kõige väiksem. Vanemate mootorite laagrite rist-õlisooned (joon. 878), mis olid mõeldud laagritesse mineva õli ühtlaseks juhtimiseks üle kogu laagri pinna, osutusid ebaratsionaalseiks, sest need vähendavad laagri kandepinda 10% võrra. Nüüd neid enam ei tehta. Kui aga laager siiski on varustatud õlisoontega, siis ei tohi jätta soonte servi järsuks, nagu joonisel 879 *a* on näidatud, vaid tuleb nad ümardada joonise 879 *b*

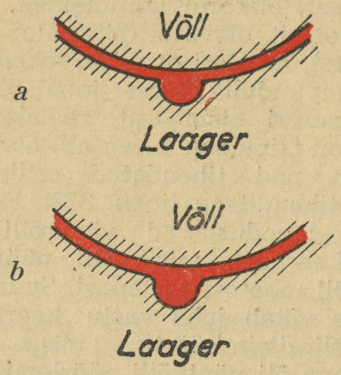


Joon. 877. Labürint-tihend.



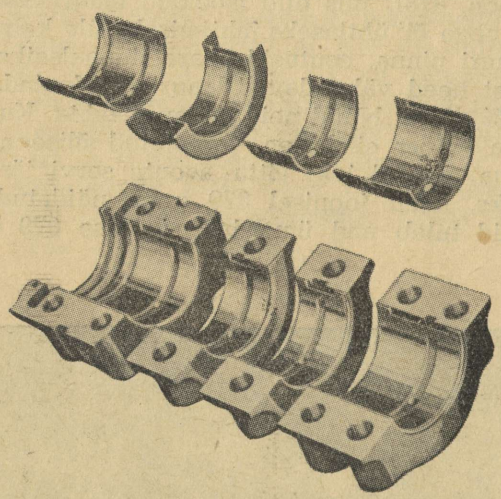
Joon. 878. Laagri ristsooned.

kohaselt. Järsud õlisoonte servad lõikavad laagri vahel oleva õlikihi ära, takistades laagri korralikku õlitamist.



Joon. 879. a) Õlisoone servad on teravad — mitteõige. b) Õlisoone servad on ümardatud — õige.

Nüüdisaja automootorite raamlaagritele tehakse õli sissevooluava kohta lühike nuut (joon. 880), mille kaudu õli pääseb väntvõlli tapis olevasse õliavasse ja



Joon. 880. Õlisooned raamlaagrites õliava kohal.

väntvõllist läbipuuritud kanalit mööda edasi kepsulaagrite õlitamiseks. Kogemused on tõendanud, et õli pääseb ka ilma erilise õlijaotussooneta kogu laagri pinnale ühtlaselt. Kepsulaagritele tehakse piki laagrit õlijaotusnuudid laagripoolte vahe kohal (joon. 881). See võimaldab õlile paremat väljapääsu väntvõlli tapist kepsulaagritesse, õli pääseb laagri ja tapi jahutamise otstarbeks ühtlaselt kogu laagri pinnale. Jaotusnuudid ei tohi ulatuda liiga laagri servani, kust õli pääseks kergesti laagrist välja. Nuut võib olla ⅔ laagri pikkusel.

Õlisoonte ja nuutide hüvena peab nimetama, et nad võimaldavad õlis leiduvatele mustuskübemekestele ja mahahõõrutud metalliosakestele koguneda oma seintele, takistades seega nende pääsu laagritesse, kus nad kutsuksid esile hõõrduvate pindade suurendatud kuluvust.

Mootori õlipumpamine

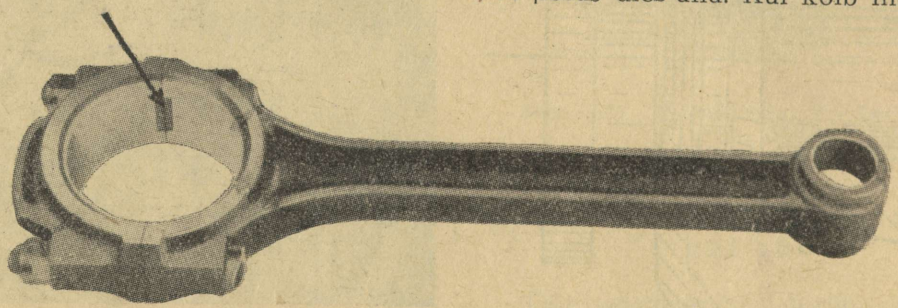
Mootori õlipumpamise all mõeldakse liigse õli sattumist silindri seina ja kolvi vahelt survekambrisse, kus see kutsub esile tahmumist, küünla elektroodide kattumist, süüte vahelejäämisi ja mootori suitsevalt töötamist.

Õlipumpamist võivad põhjustada mitmed asjaolud:

1) Kulunud silindrid ja kolvirõngad. Selle tõttu on kolvirõngaste paisumisvahe liiga suur, mille kaudu õli pääseb liigselt survekambrisse.

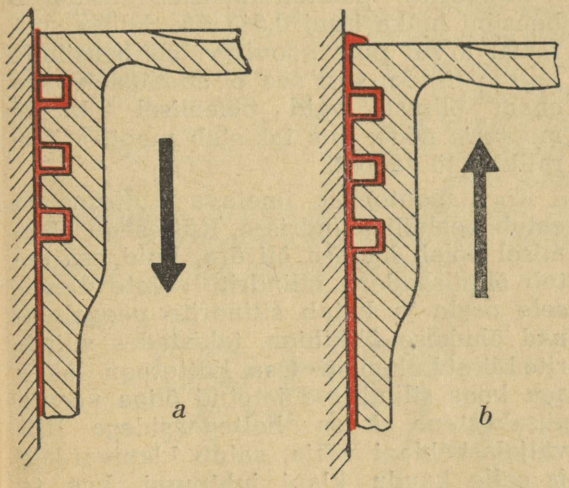
2) Kolvirõngad on kaotanud oma vetruvuse, mistõttu liigselt pääseb õli silindri seina ja rõngaste vahelt survekambrisse.

3) Kulunud kolvirõnga pesad või liiga kitsad kolvirõngad, mistõttu mootori töötamisel rõngad lõtkuvad oma pesas üles-alla. Kui kolb liigub alla,

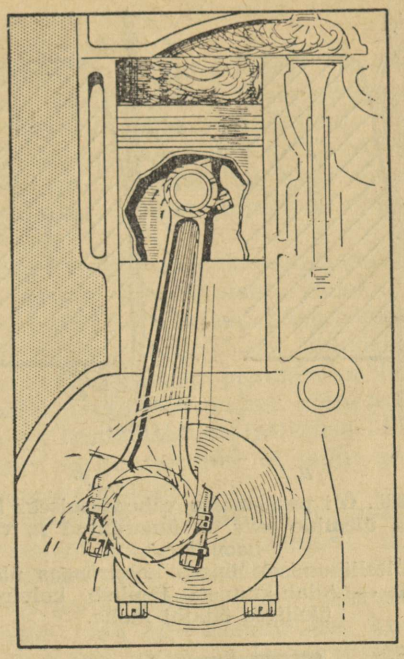


Joon. 881. Õlijaotusnuut kepsu pealaagri laagripoolte vahel.

koguneb rõnga alla soone sisse õli (joon. 882 *a*); kui kolb liigub üles, tõstab rõngas õli survekambri poole (joon. 882 *b*) ja järgmise rõnga alla jne., pumbates sedasi õli survekambrisse.



Joon. 882. Õli pumpamine kulunud kolvirõngaste tõttu.



Joon. 883. Kulunud kepsulaagrid põhjustavad õli sattumist survekambrisse.

4) Kolbide paisumisvahe on liiga suur, mistõttu silindri seina ja kolvi vahel on liiga paks õlikiht, kust liigne õli pääseb survekambrisse.

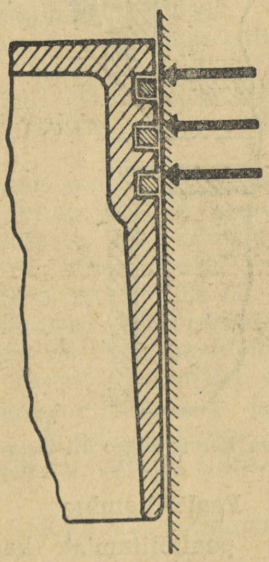
5) Liiga palju õli õlitusseadmes, mistõttu paiskub liigselt õli silindrite seintele ja sealt satub eelkirjeldatud põhjustel survekambritesse.

6) Liiga kõrge õlirõhk, mistõttu silindri seintele pritsib liiga palju õli, kust see pääseb survekambritesse.

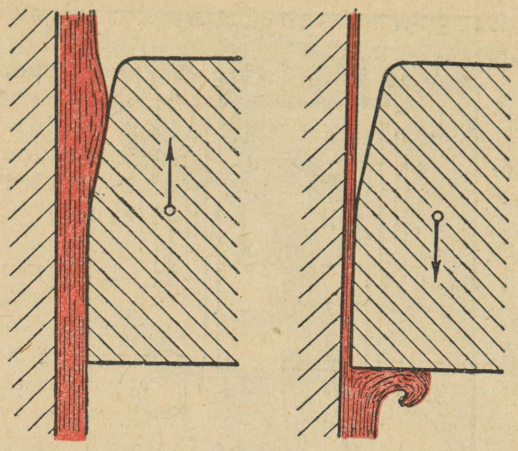
7) Suur hõrendus survekambris. Mootori aeglastel pööretel on hõrendus silindrite survekambrites suur, mistõttu imetakse silindri seina ja kolvi vahelt liigne õli survekambrisse.

8) Kulunud kepsulaagrid. Kui kepsulaagrid on liiga kulunud, paiskub laagritest väljavalguvat õli üleliigselt silindrite seintele (joon. 883), kust see pääseb survekambritesse.

Õlipumpamise vältimiseks tuleb silindrid ning laagrid korda seada ja kolvid ning kolvirõngad uuendada. Mõnikord aitab ülemise serva ümardamine ja väikese koonilisuse andmine ühel või kahel alumisel rõngal (joon. 884). Siis libiseb rõngas kolvi ülesliikumisel silindri seinal olevast õlikihist üle (joon. 885 *a*) ja kolvi allatulekul tõmbab rõnga alumine terav serv liigse õlikihi maha (joon 885 *b*). Liigse õli pääsemiseks kolvi ja silindri vahelt välja puuritakse kolvi alumisse ossa avasid langusega kolvi sissepoole (joon. 886).

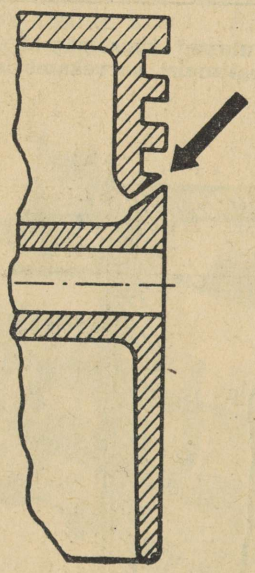


Joon. 884. Õlipumpamise kõrvaldamiseks maha viilida kolvirõngaste ülemised servad.



a *b*

Joon. 885. Õli pumpamise vähendamiseks kolvirõnga ülemine serv on ümardatud ja vähe kooniline.
a — Ülesliikumisel libiseb kolvirõngas üle õlikihi. b — Allaliikumisel tõmbab kolvirõngas üleliigse õlikihi maha.



Joon. 886. Ava kolvis liigse õli äravoolamiseks.

Pealtõlitamine

Mootorite pealtõlitamist kasutatakse uute mootorite sissetöötamisel kui ka mootori harilikul töötamisel, kui see ei saa küllaldasel määral õli silindri peegelpinna ülemisse ossa. Sellega takistatakse mootori silindrite ülemise osa kiiret kulumist.

Mootorite pealtõlitamiseks lisatakse bensiini hulka kuni 0,5% õli. Sellest suuremal arvul pole soovitav õli bensiinile juurde lisada, sest see ei soodustaks siis enam õlitust, vaid põlemisel tekitaks mootoris nõge, mis takistab mootori korralikku töötamist.

Koos mootorisse imetava küttesegu satub pealtõli silindrisse. Küttesegu põlemisel põleb ka osa õli ära, kuid osa satub õlipiiskadena silindrite seinte ülemisele osale ja katab silindrite peegelpinnad õhukese õlikihiga, takistades silindrite kiiret kulumist. Osa küttesegu läheb aga koos silindrisse imetud õliga peente piisakestena koos heitegaasidega läbi väljalaskeklapi välja, satub klapivardale ja selle kaudu klapi juhtpussi, kus ta õlitab kuuma klapivarrast, takistades selle kinnijäämist puksi.

Õlile, mida kasutatakse mootorite pealtõlitamiseks, seatakse veel suuremaid nõudeid kui mootoriõlile. See peab evima häid õlitamisomadusi, ei tohi küttesegu koos ära põleda, vaid peab sadestuma silindrite seintele nende õlitamiseks. See õli peab hästi segunema kütusega, et karburaatorite pihustites ei tekiks ummistus õli läbivoolul. Bensiiniga segatult ei tohi ta oma õlitamisomadusi kaotada.

Pealtõlitamiseks on eriõlid, mis evivad kõrget leekpunkti, ei jäta põlemisel jääke ja soodustavad silindritesse tekkinud tahma ja nõe ärapõlemist.

Kahetaktilistel mootoritel kasutatakse silindrite seinte õlitamiseks peamiselt pealtõlitamist. See on kindlaim viis silindrite seintele pealpool sisse- ja väljalaskekanaleid tarvilikul määral õli andmiseks nende korralikuks õlitamise otstarbel.

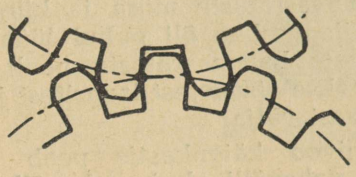
AJAMITE ÕLITAMINE

Nõudeid käigukasti, diferentsiaali ja roolikarbi õli kohta

Mootoriõli pidi sobima töötamiseks kõrgete temperatuuride ja rõhkude juures. Samu nõudeid me ei saa üles seada käigukasti, diferentsiaali ja roolikarbi õli kohta, sest need ei tööta kõrgel temperatuuril, vaid vajavad oma töötamistingimustele kohast õli.

Käigukastis, diferentsiaalis ja roolikarbis toimub jõu ülekanne hambalt ham-

bale (joon. 887). Kuna hammaste puutepinnad on kumerad, puudutavad nad teineteist vaid enam-vähem kitsal ribal. Seepärast on jõu ülekandmisel hambalt hambale hammaste kokkupuutejoonel surve pinnaühikule (erisurve) väga suur ja tõuseb mõnel hammas-ajamitel kuni 600 kg sm² kohta. Selline hiigelsurve võib kogu õli hammasrataste hammaste vahelt välja suruda ja seega võimaldada hammaste otsest õlivahekileta kokkupuudet, mille tagajärjel hammasrattad kuluksid kiiresti. Selle vältimiseks peab hammas-ajamite õlitamiseks kasutatav õli suutma, hoolimata kõrgest survest pinnaühikule, püsida hammaste vahel.



Joon. 887. Ajamites toimub jõu ülekandmine hambalt hambale.

Käigukasti diferentsiaali ja roolikarbi õlidena kasutatakse kolmesugust õli:

1) vedelat hammasrataste õli,
2) seguõli (kompaundõli) ja
3) kõrgsurveõli.

Vedel hammasrataste õli

Vedel hammasrataste õli on samuti kui mootoriõli mineraalõli saadus ja on värvuselt mootoriõliga taoline, kuid on paksem. Hammasrataste õli ei tarvitse olla nii hästi ümber töötatud kui mootoriõli, sest see ei tööta kõrgel temperatuuril.

Seguõli (kompaundõli)

Kompaundõlisid saadakse mineraalõli segamisel seebiga. Segamiseks võetakse peamiselt soodaleelis-seepi, mis annab õlile hea omaduse liituda hammastega. Kompaundõli kasutatakse peamiselt kulunud hammasrataste õlitamiseks. Ta teeb hammasrataste töötamise vaiksemaks.

Kõrgsurveõli

Kõrgsurveõli kasutatakse peamiselt selliste hammas-ajamite õlitamiseks, kus peale hammastevahelise suure erisurve esineb hammaste libisemist (näit. hüpoidhammas-ajamid).

Ülekantav kõrge erisurve koos hammaste vastastikuse libisemisega seab kasutatavale õlile erinõudeid õhukese kilena hammaste vahel püsimiseks hammaste otsest metallilist kokkupuutumist takistamas. Sellist omadust evib kõrgsurveõli.

Kõrgsurveõli saadakse mitmete keemiliste ainete lisandamisel vedelale hammasrattaõlile. Peamiselt lisandatakse tinahapendit ja väävlit. Need ained annavad õlile vastupidavust püsimiseks hammasrataste hammaste vahel kõrgete erisurvete ja hammaste vastastikuse libisemise puhul; seejuures nad ei mõju sööbivalt hammasratastele.

Vastastikku libisevate hammasrataste töötamisel tekib palju soojust, mis kandub õlisse ja ajab selle kuumaks. Seepärast peab kõrgsurveõli suutma mitte kaotada oma õlitamisomadusi kuumenemisel. Kõrgsurveõli valmistamiseks kasutatakse parimat hammasrattaõli, sellist, mis kuumenemisel ei muutu kõlbmatuks ega takista soojushoovust hammasratastelt rattakasti metallseintele, kust soojus pääseb hajuma välisõhku.

Käigukasti-, diferentsiaali- ja roolikarbiõli tarvitamisel tuleb samuti kui mootoriõligi tarvitamisel kinni pidada vabriku ettekirjutustest kasutatava õli kohta.

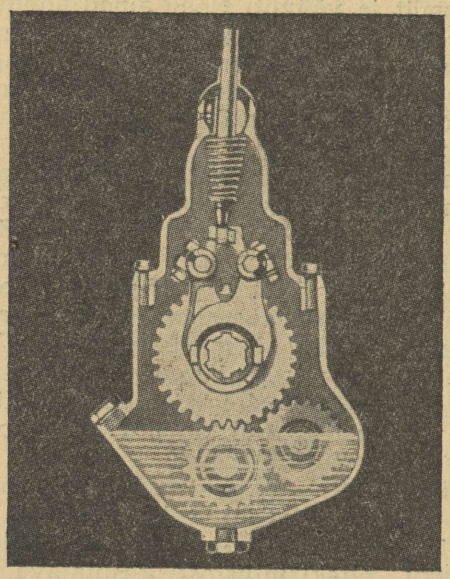
Siinjuures olgu tähelepanu juhitud sellele, et kunagi ei tohi segada harilikku hammasrataste õli kõrgsurveõliga või ühte sorti kõrgsurveõli teisega. Peab olema väga ettevaatlik õli juurdelisamisel ja jälgima, et juurdelisatav õli oleks sama, mis on juba kasutamisel. Mitmesuguste õlide segunemisel võib õlis tekkida kleepunud õlitükke ja kogu õlitus võib kaotada oma väärtuse — tekib hammasrataste ja laagrite kiire kulumine.

Käigukasti õlitamine

Õli käigukastis kuulub vahetamisele keskmiselt iga 5000—8000 sõidetud kilomeetri järel. Kuid tingimata vähemalt kaks korda aastas: kevadel suveõli sissepanemisel ja sügisel talveõli sissepanemisel. Kui talveks jäetakse suveõli käigukasti, muutub see külmaga sitkeks, takistades hammasrataste korralikku sisselülimist, mis kutsub esile hammasrataste raginat käikude vahetamisel.

Talveõli aga muutub suvel soojaga liiga vedelaks ega püsi hammaste vahel. Ka kaldub liiga vedel õli väljavalgumisele käigukasti otsmistest laagritest.

Õli vahetamiseks on sobivam aeg kohe pärast pikemat sõitu, kui õli on käigukastis veel soe. Õli väljalaskmiseks on käigukasti põhjas kork (joon. 888), mis tuleb välja keerata. Õli lastakse välja valguda käigukasti alla asetatavasse panni. Õli sissevalamiseks on käigukasti küljel või kaanel õli sissevalamise ava (joon. 889). Selle puudumisel tuleb käigukasti kaas maha võtta ja selle kaudu käigukast täita uue õliga. Enne uue õli valamist käigukasti on vaja see põhjalikult loputada tulise loputusõliga (mitte petrooleumi või bensiiniga, mis rikuks sissevalatavat õli) ja siis väljalaskeava kork kinni keerata. Uue õli sissevalamisel vaja jälgida, et prahti ega liivaterakesi ei satuks sisselaskeava ümbrusest õlisse, mis võiks hammasrattad ja laagrid kiiresti läbi kulutada. Seepärast tuleb õli sissevalamise ava ümbrus enne õli sissevalamist hoolikalt puhastada.



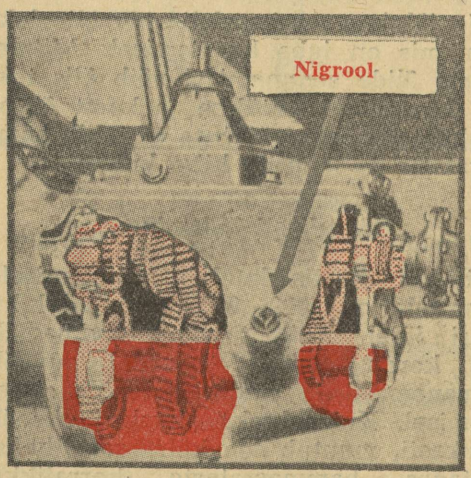
Joon. 888. Käigukasti külgava on õli sissevalamiseks ning määrab ühtlasi õli nivoo käigukastis. Alumine kork on õli väljalaskmiseks.

Käigukasti ei tohi õli valada liiga vähe ega liiga palju. Liiga vähene õli põhjustab hammasrataste müra ja kiiret kulumist. Liiga rohke õli puhul lüüakse see pöörlevate hammasrataste poolt vahule ja surutakse otsmistest laagritest ja käigukangiavast välja.

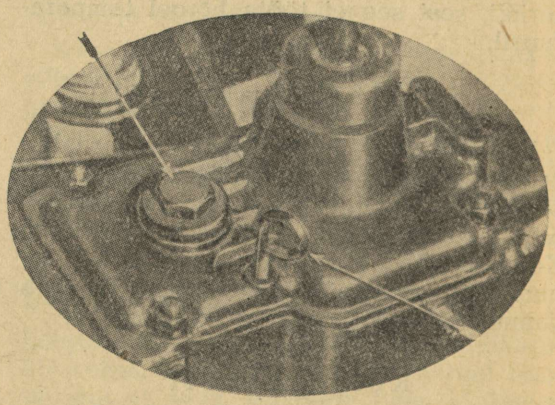
Õli nivoo käigukastis peab ulatama katma vahevõlli, kui vahevõll asetseb allpool peavõlli. Kui aga vahevõll ja peavõll asetsevad kõrvuti, siis tohib õli nivoo ulatuda vahevõllini.

Kui õli sissevalamise ava asetseb käigukasti küljel, siis see määrab ühtlasi kõrgeima õli nivoo käigukastis (joon. 888). Kui aga õli sissevalamise ava asetseb käigukasti peal, on käigukast varustatud mõõtevardaga õige õli nivoo kontrollimiseks (joon. 890).

Vähemalt iga 3000 sõidetud kilomeetri järel tuleb õli nivood käigukastis kontrollida ja tarviduse korral õli juurde lisada.



Joon. 889. Õli sissevalamise ava käigukasti küljel.



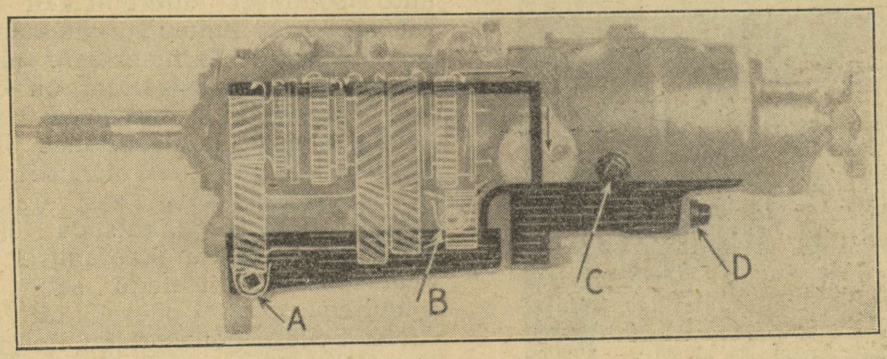
Joon. 890. Parempoolne nool näitab käigukasti õlimõõtevarrast, vasakpoolne õli sissevalamise ava korki käigukasti kaanel.

Käigukasti sisemus peab olema välisõhuga ühenduses. Sellega hoitakse ära ülesurve tekkimine käigukastis, sest käigukastis olev õhk ja õli paisuvad soojenemisest töötamise tagajärjel. Tekkiv ülesurve suruks õli käigukasti otslaagritest välja. Välisõhuga ühendamiseks on kas eriline õhuventiil või selle puudumisel täidab seda ülesannet käigukangiava.

b) viltuste ja kumerate hammastega hammasrattad (joon. 498),
c) hüpoid-hammasrattad (joon. 499),
d) tiguajam (500).

Vastavalt nende diferentsiaalitüüpide erinevatele omadustele peab toimuma ka nende õlitamine.

Radiaalhambaliste hammasratastega diferentsiaal vajab õli, mis pehmendab jõu



Joon. 891. Säästkäigu õlitamine.

Diferentsiaali õlitamine

Kõik, mis on eespool öeldud käigukasti õli vahetamise ja juurdelisamise kohta, kehtib ka diferentsiaali õlitamise kohta. Tavaliselt vahetatakse või lisatakse diferentsiaalile õli juurde üheaegselt käigukastiga.

Auto sildtelg moodustab anuma diferentsiaali õli jaoks ja kaitseb diferentsiaali tolmu, pori ja vee eest. Tähtsamaid tingimusi on, et õli ei pääseks diferentsiaalist tagumiste ratasteni, kus see võiks sattuda piduritele, muutes need töötamiskõlbmatuks. See hoitakse ära vilttihendite asetamisega diferentsiaali laagrite taha või ümber pooltelgede.

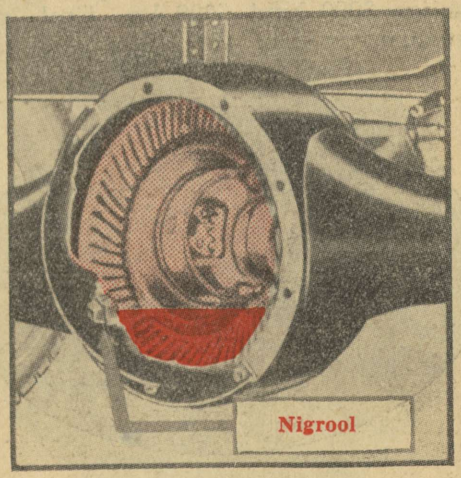
Diferentsiaalis, samuti kui käigukastis, ei tohi õli nivoo ulatuda üle lubatava, sest selle tagajärjel valguks õli hoolimata headest tihenditest sildtelje kaudu tagaratta piduritele. Õli kõrgeima nivoo diferentsiaalis määrab õli sissevalamise ava asukoht sildteljel. Õli nivoo diferentsiaalis peab ulatuma nii kõrgele, et õli katab kardaanvõlli hammasratta kõige alumist hammast.

Jõuülekande seisukohast leiame järgmisetüübilisi diferentsiaali taldrik-hammasrattaid ja kardaanvõlli hammasrattaid:

a) radiaalsete hammastega hammasrattad (joon. 497),

ülekandmisel hammaste vahel tekkivaid lööke. Selleks on sobiv hammasrataste õli.

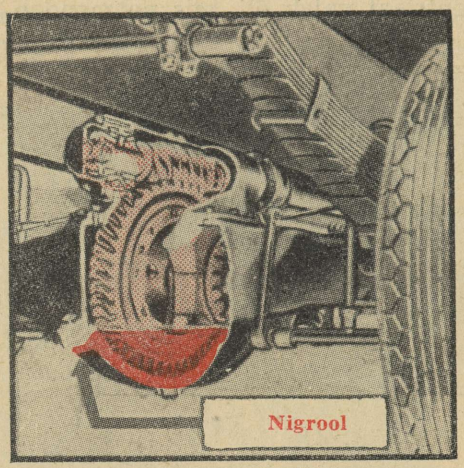
Viltuhambaliste hammasratastega diferentsiaali õlitamiseks sobib kompaundhammasrataste õli, sest see püsib hammaste vahel ka siis, kui toimub hammaste vastastikune nihkumine. Hüpoid-hammasratastega diferentsiaali õlitamiseks tuleb kasutada kõrgsurveõlisid, sest ainult need suuda-



Joon. 892. Diferentsiaali õlitamine.

vad vastu panna suurele vastastikusele hammasrataste nihkumisele (libisemisele).

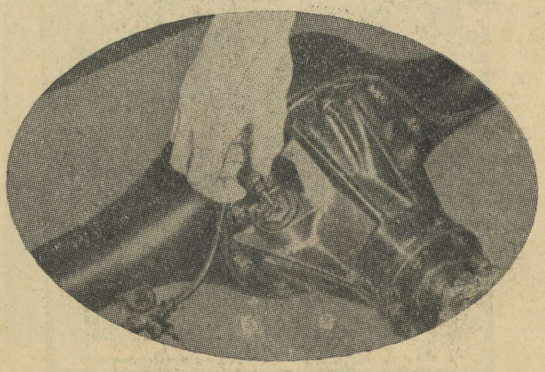
Tiguajami puhul tuleb kasutada vedelat õli, mis valgub tigu ja tiguratta hammaste vahele ja on vastupidav kõrgele survele ja hammasrataste vastastikusele libisemisele.



Joon. 893. Tiguajami diferentsiaal.

Õli vahetamine diferentsiaalis

Diferentsiaaliõli kuulub vahetamisele iga 10 000 kuni 15 000 km järel, olenevalt vabriku eeskirjadest. Tingimata aga tuleb õli vahetada vähemalt igal kevadel ja sügisel, kui diferentsiaali tuleb panna suvistele või talvistele töötamistingimustele sobivat suve- või talveõli. Õli nivood diferentsiaalis tuleb aga kontrollida iga 3000 kuni 5000 km järel ning tarviduse korral õli juurde lisada. Juurdelisamiseks kasutada ainult sama õli, mis on diferentsiaalis — see on maksev eriti kõrgsurveõlide kohta hüpoid-hammasratastega diferentsiaalidel. Kui tekib kahtlust diferentsiaalis oleva õliliigi kohta, siis on juba parem vahetada kogu diferentsiaalis olev õli. Mitmesuguste kõrgsurveõlide segunemisel võib see kaotada oma õlitavusomadusi, muutudes diferentsiaalis kõlbmatuks ja põhjustades auto sõitmisel diferentsiaali hammasrataste kiiret kulumist, ülekuumenemist ja hammasrataste hammaste murdumist. Mõnedel diferentsiaalidel on õli nivoo kontrollimiseks mõõtevarras (joon. 894), kuid peamiselt kontrollitakse õli nivood diferentsiaalis õli sissevalamise ava kaudu. Õli sissevalamiskorgi eest ärakeeramise järel saab sõrmega katsuda õli nivood (joon. 895). Korgi ärakeeramisel ja tagasikeeramisel hoolitsetagu selle eest, et tolmu ega prügi ei pääseks diferentsiaaliõlisse. Selleks puhastatagu korgi ümbrus enne lahtivõtmist petrooleumise või õlise lapiga.



Joon. 894. Diferentsiaali õli nivoo mõõtevarras.



Joon. 895. Diferentsiaali õli nivoo katsumine sõrmega.

Õli vahetamist on soovitav teostada kohe pärast sõitmist, kui õli on veel soe. Õli väljalaskmiseks on diferentsiaalikarbi põhjas kork. Selle puudumisel tuleb õli välja tõsta imipritsi (joon. 896) abil sissevalamisava kaudu. Soovitav on diferentsiaal üle loputada, vana õli täielikuks kõr-

valdamiseks diferentsiaali hammasratastelt ja laagritelt, soojendatud loputusõliga.



Joon. 896. Imipritsid vana õli väljaimemiseks diferentsiaalist. Pealmine — kõvera otsaga. Alumine — painduva otsaga.

Roolikarbi õlitamine

Roolikarbi ülesanne on hoida rooli ülekandeosi õiges asendis. Ühtlasi moodustab roolikarp õlitiheda õlianuma nende osade õlitamiseks.

Hoolimata roolikarbis olevate ülekandeosade mitmesugusest ehitusviisist on nende osade õlitusnõuded ühesugused.

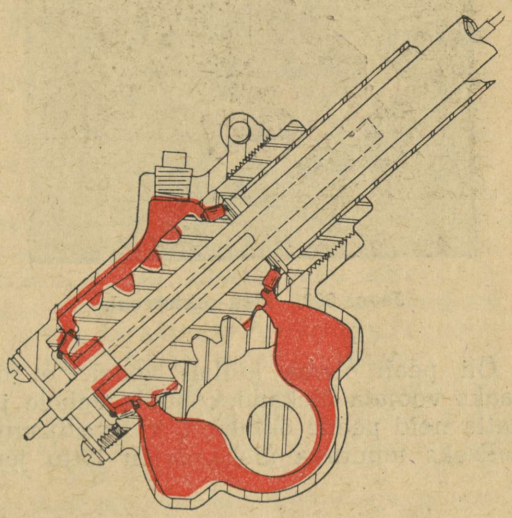
Roolikarbil on ülemises osas ette nähtud õli sissevalamise ava (joon. 897). See määrab ühtlasi õli kõrgeima nivoo roolikarbis. Ava on kaetud keeratava korgiga. On aga ka roole, millele õli valatakse roolipostis oleva ava kaudu (joon. 898).

Mõnede roolikarpide õlitamine toimub määrdenipli kaudu. Õli nivood roolikarbis tuleb kontrollida vähemalt iga 3000 km järel ning tarviduse korral õli juurde lisada. Roolikarbi õli kuulub vahetamisele üheaegselt käigukasti- ja diferentsiaaliõli vahetamisega suve- või talveõli vastu vähemalt igal kevadel ja igal sügisel.

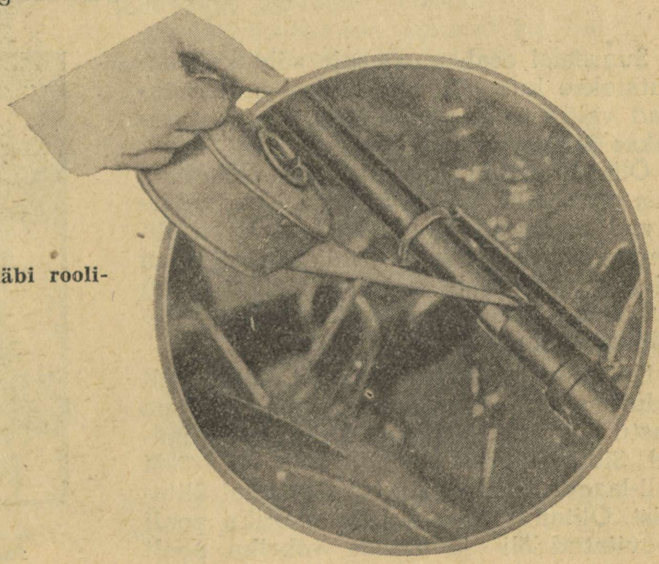
Vana õli väljalaskmiseks on mõnedel roolikarpidel ette nähtud õli-väljalaskeava. Selle puudumisel tuleb vana õli välja imeda õlipritsiga. Sellist õlipritsi näeme joonisel 896.

Roolikarbis olev rooliajam — kas tigu ja sektor (joon. 899), tigu ja rull (joon. 900), tigu ja kamm või kruvi ja mutter — on taoline hammasratas-ajamiga; seepärast kehtivad roolikarbi õli kohta samad nõuded, mis käigukasti- ja diferentsiaaliõli kohta.

Roolikarbis olevad rooliajami hambad peavad juhtimisel üle andma suuri surveid ning lööke, mis tekivad, kui eesrat-



Joon. 897. Rooliajami õlitamine.

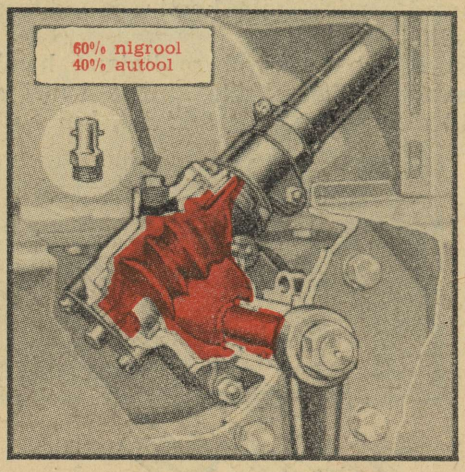


Joon. 898. Roolikarbi täitmine õliga läbi roolipostis oleva ava.

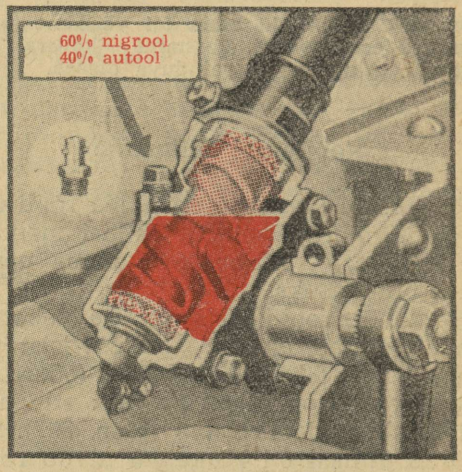
tad sõidul põrkavad vastu teekonarusi. See surve mõjub ülekandekohtade vahelt õli väljasuruvalt; seepärast peab kasutatav õli evima omadust püsida ka kõrge pinnasurve puhul ülekandekohtade vahel. Ka ei tohi roolikarbis olev õli rooli keeramisel ülekandekohtade vahel tekkiva vastastikuse libisemise läbi sealt kergesti kõrvalepühitav olla.

ülekandmine kandub hamba ühelt küljelt teisele.

Kui õli nivoo roolikarbis alaneb, tekib ülekandeosades metalliline kokkupuutumine, mis kutsub esile ülekandeosade kiire kulumise ja auto raske juhitavuse. Seepärast peab hoolitsema selle eest, et roolikarp oleks alaliselt täidetud tarviliku määrani õliga.



Joon. 899. Tigu-sektorrool.



Joon. 900. Tigu-rullrool.

Õli peab olema küllalt vedel, et ta saaks voolata ülekandekohtade vahele ja katta neid peene õlikihiga, kui vastusuunaliseks muutuva ülekandejõu tõttu jõu

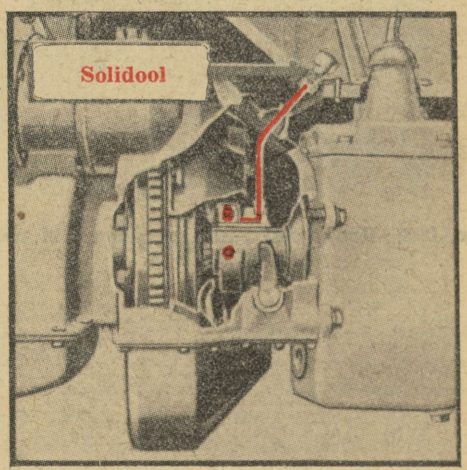
Kulunud rooli-ülekandeosad logisevad ning rool muutub ohtlikuks juhtimise seisukohalt, raskendades sõiduki hoidmist kindlalt sõiduteel.

SIDURITE ÕLITAMINE

Suuremal osal praegusaja sõidukeil kasutatakse kuivsidureid. Erandi moodustavad vaid mõned autotüübid, kus kasutatakse õlis töötavaid sidureid.

Õlis töötavad sidurid on teraskettad, mis on kaetud korkseibidega. Need pöörlevad sidurikarbis, mis on ühtlasi ka õlianumaks. Õli õigesti valimiseks tuleb kinni pidada vabriku ettekirjutustest õli kohta, samuti täita sidurikarp õliga ettenähtud määrani.

Kuivsiduri osadest vajab õlitamist ainult sidurilaager. Sidurilaager peab võtma vastu sidurivedru pinget siduri lahutamisel. Sidurilaagriks on harilikult kuul- või rull-laager, mis vajab vahete-vahel õlitamist. Õlitamiseks kasutada vabriku poolt soovitatud õli ja õlitada vabriku poolt



Joon. 901. Sidurilaagri õlitamine.

ettenähtud vaheaegade järel, sest siin esineb väga suuri lahkuminekuid õlisortides (kasutatakse mootoriõli, tavotti, šassii-määrdeõli jne.) kui ka õlitamissageduses (1000—15 000 km järel).

Mõned sidurilaagrid ei vaja üldse õlitamist. Sellised on kuullaagrid, mis on tolmukindlalt kokku kapseldatud koos määrdega. Nende laagrite iga on niisama pikk kui kogu sõidukil. Juhusliku enneaegse kulumise puhul kuuluvad nad vahetamisele. Kasutatakse ka grafiitlaagreid, mis ka ei vaja õlitamist või mida õlitatakse ainult mõne tilga vedela õliga, kui laager hakkab kiunuma.

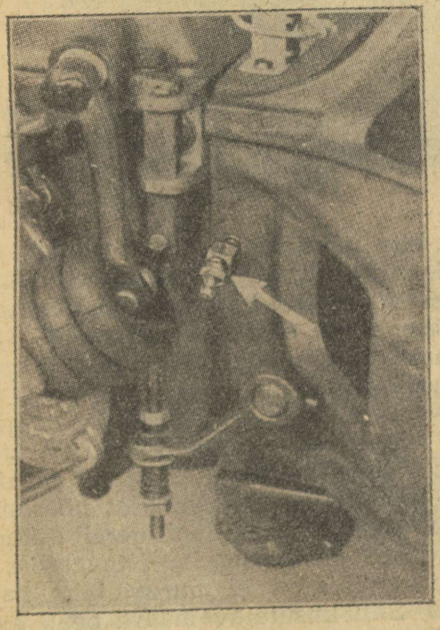
Siduritel, mille laager vajab õlitamist harva, pole ette nähtud õlitamiskohta või juurdepääsu õlitatavale sidurilaagrile; selleks on vaja sidurikarbi kaas maha võtta.

Siduritel, kus sidurilaagri õlitamine on vajalik sagedamini, on ette nähtud peenike vasktoru, mis ulatub kergesti juurdepääsetava (kas mootorikatte ülestõstmisel või juhiruumi põrandalaua ülestõstmisel jne.) kohani (joon. 901).

Sidurilaagri õlitamisel tuleb hoiduda liiga sagedasest ja liiga ohtrast õlitamisest, sest liigne õli valgub sidurilaagrist välja sidurikettale ja kutsub esile siduri libisemist.

KARDAANLIIGENDITE ÕLITAMINE

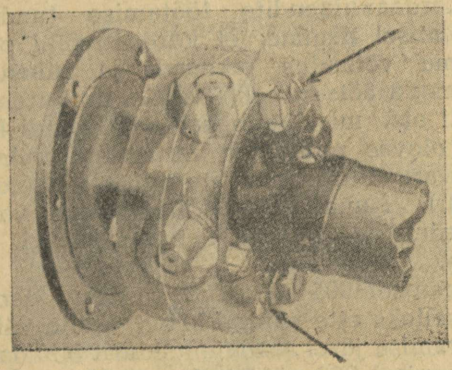
Kardaanliigendite kaudu teostub kogu mootori jõu ülekandmine ratastele jõuvankri edasiviimiseks. Kardaanliigendite üksikosade vahel on õõtsuv hõõrdumine, mis võimaldab jõu ülekandumist nurga all. Et vältida nende osade kiiret kulumist, tuleb kardaanliigendeid õlitada kindlate ajavahemike järel. Õlitamisel tuleb kinni pidada vabriku ettekirjutusist kasutatava määrde ja õlitamissageduse poolest. Mõned kardaanliigendid vajavad vedelat hammasrattaõli, teised šassii-määret ja kolmandad mingit eriõli.



Joon. 902. Sidurikoja küljel asetsev määrdenippel sidurilaagri määrimiseks.

Joonisel 903 toodud kardaanliigend evib õlitamiseks kahte ava, mis on kaetud kruvidega. Asudes sellise kardaanliigendi õlitamisele, tuleb autot lükata edasi, kuni kardaanliigend satub asendisse, kus üks õliava on ülal, teine all. Alumise õlitamisava kruvi keeratakse täielikult välja, ülemist aga ainult niipalju, et see õhku läbi laseb. Seejärel surutakse õli alumise õliava kaudu (tavaliselt kasutatakse mõnd vedelamat õli) kardaanliigendisse, kuni õli ülemisest avast kogu õhu välja tõrjub, täidab kogu kardaanliigendi ja hakkab ülemisest õliavast välja voolama. Siis kiire võttega suletakse alumine õliava kruviga ja seejärel keeratakse ka ülemine kruvi kinni. Joonisel 904 on toodud õlipump, millega täidetakse kardaanliigendeid.

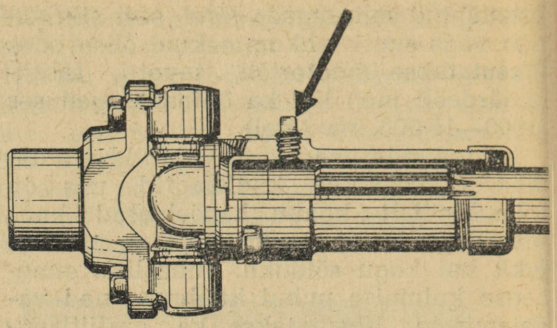
Kardaanliigendisse surutud õli hoidub auto liikudes tsentrifugaaljõul vastu lii-



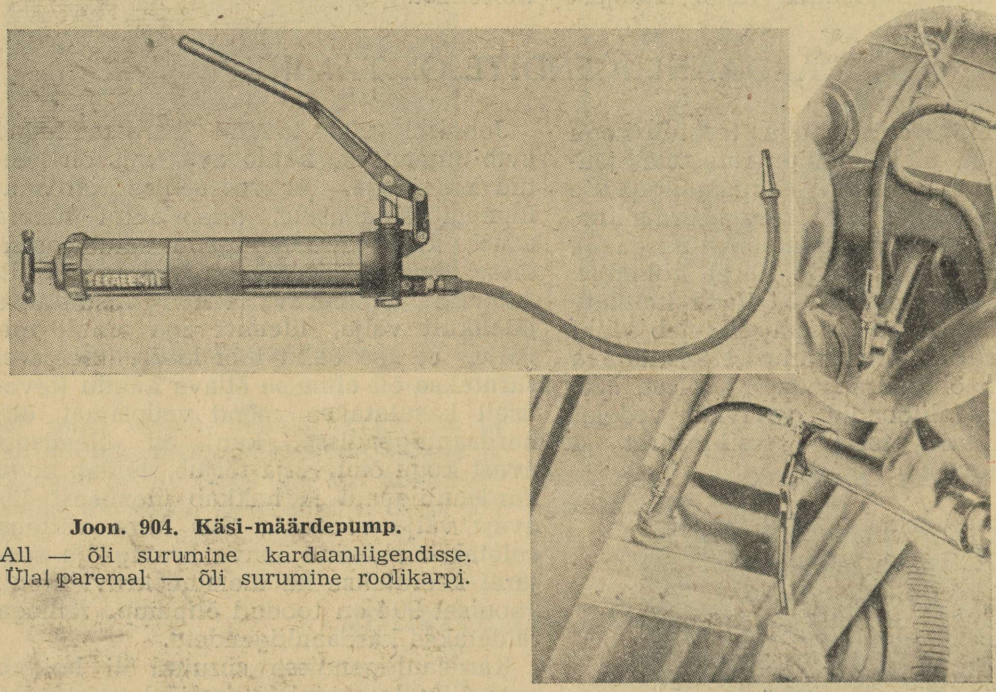
Joon. 903. Kardaanliigendi määrimine. Ülemine kruvi õhu väljalaskmiseks. Alumise kruvi ava kaudu surutakse määre kardaanliigendisse

gendi välisseina ja õlitab korralikult liigendi sees olevaid jõudu ülekandvaid tappe ja pukse. Korktihendid takistavad õli väljavoolamist kardaanliigendist auto seismisel.

Kardaanliigendi õlitamisel on oluline ülemise kruvi lahtikeeramine, et õhk pääseks õli sissesurumisel liigendist välja; vastasel korral pole võimalik õli sisse suruda või tugeval surumisel rikutakse korktihendid. Kui korktihendid on rikutud, lasevad nad õli läbi, kusjuures auto seismisel õli valgub kardaanliigendist välja, mille tagajärjel kardaanliigend töötamisel kulub kiiresti läbi.



Joon. 905. Kruvi väljakeeramisel saab nuutsidurit määrida.



Joon. 904. Käsi-määrdepump.
All — õli surumine kardaanliigendisse. Ülal paremal — õli surumine roolikarpi.

Kardaanliigendite töötamise tundmaõppimisel nägime, et kardaanvõllil peab olema võimalus pikeneda ja lüheneda tagasilla õõtsumisel. Selleks on kardaanvõlli ots, mis liigub kardaanliigendi küljes olevas nuutidega varustatud muhvis, ka varustatud vastavate nuutidega (nuutsidur). Kuna siin tekib nuutide vahel hõõrdumine, on vaja nuutsiduritki õlitada.

Joonisel 905 näidatud kardaanliigendil on selleks ette nähtud kruvi, mille väljakeeramise järel saab nuutsidurit õlitada.

Joonisel 906 näidatud nuutsidur määritakse õlinipli kaudu.

Joonisel 907 toodud kardaanliigendil pole ette nähtud erilist nuutsidurit, vaid kardaanliigend ise on ehitatud selliselt, et see võimaldab kardaanvõlli pikenemist ja lühenemist sõiduki vetrumisel. Seda võimaldavad munatapid, mis liiguvad kahe ploki vahel.

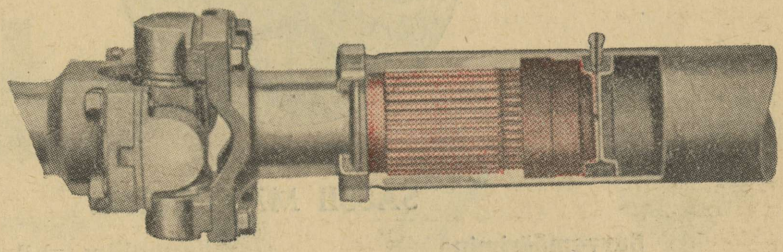
Määrimiseks on sel kardaanliigendil ette nähtud ava, mille kaudu surutakse määret liigendisse. Nahast kate kaitseb pori ja tolmu sattumise eest hõõrduvate osade vahele. Kardaanliigendi täitmisel määrdega peab olema ettevaatlik, et liigse surumisega ei purustataks nahast katet. Siin kasutatav määre peab evima omadust hakata külge kardaanliigendi hõõrduvatele osadele ja püsida seal, hoo-

limata kardaanvõlli pöörlemisel tekkivale tsentrifugaaljõule, mis püüab määret paisata välja hõõrduvate osade vahelt. Selleks osutub parimaks soodaleelis-seebi lisandamisega valmistatud määre.

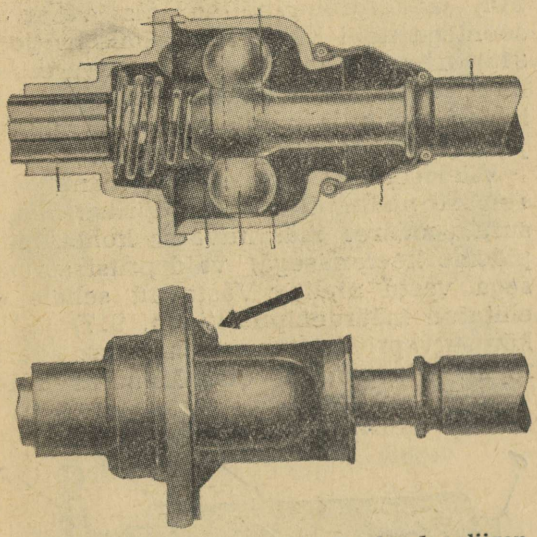
Joonisel 908 toodud kardaanliigendil on nahkkatte asemel plekk-kate, mis koosneb kahest poolkeralisest plekist, millest väiksem liigub suurema peal. Määre moodustab nende vahel kaitsekihi tolmu ja pori takistamiseks kardaanliigendisse pääsemast.

Paljude nüüdisaegsete sõidukite kardaanliigendid on ehitatud nõellaagritel (joon. 909). Mõned neist ei vaja üldse õlitamist kogu oma ea vältel, sest need on õlitihedad ja juba tehases kokkupanemisel varustatud määrdega.

Mõned nõellaagritega kardaanliigendite tüübid vajavad määrimist iga 15 000—25 000 km järel, milleks need tuleb lahti võtta, vanast määrdest petrooleumiga põhjalikult puhastada ja peale uue määrde sissepanemist uuesti kokku panna.

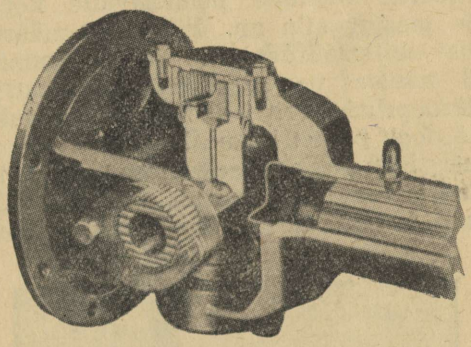


Joon. 906. Kardaanvõllil oleva määrdenipli kaudu määritakse nuutsidurit.

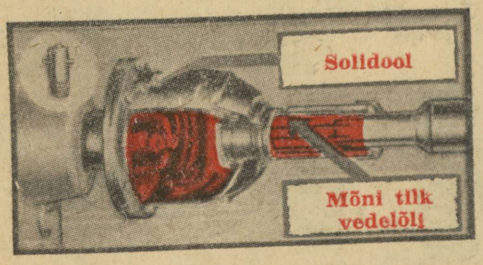


Joon. 907. Määrde surumiseks kardaanliigendisse tuleb noolega osutatud kruvi välja keerata.

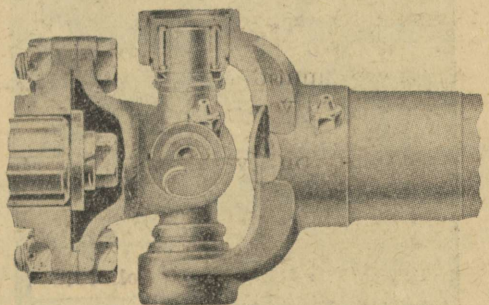
Mõned nõellaagritega kardaanliigendid on varustatud õliniplitega (joon. 910), mille kaudu surutakse kõrgsurvepritsi abil määret kardaanliigendisse tehase poolt ette kirjutatud ajavahemike järel.



Joon. 909. Kardaanliigend nõellaagritega.

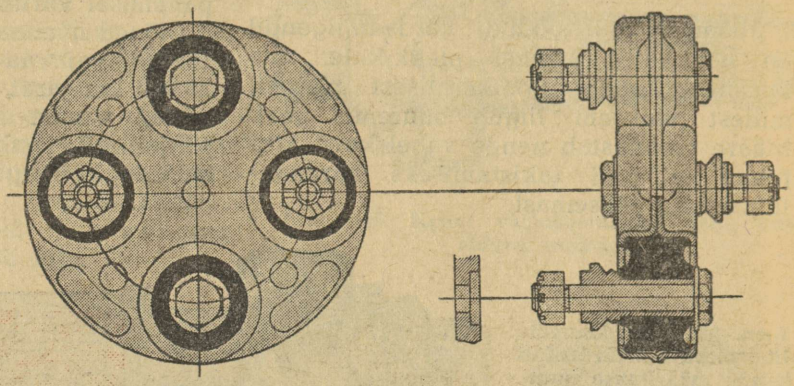


Joon. 908. Kardaanliigend plekk-kaitsega.



Joon. 910. Määrdenipli kaudu määritav kardaanliigend.

Üha rohkem võetakse autode juures kasutamisele kummipuksidega kardaanliigendid (joon. 911). Need ei vaja erilist nuutsidurit, sest selle kardaanliigendi kummipuksid on küllalt elastsed, et võimaldada kardaanliigendi pikenemist auto vetrumisel. See vähendab määrimist vajavate kohtade arvu autol, mis kergendab auto eest hoolitsemistööd.



Joon. 911. Mitteõlitatav kardaanliigend kummipuksidega.

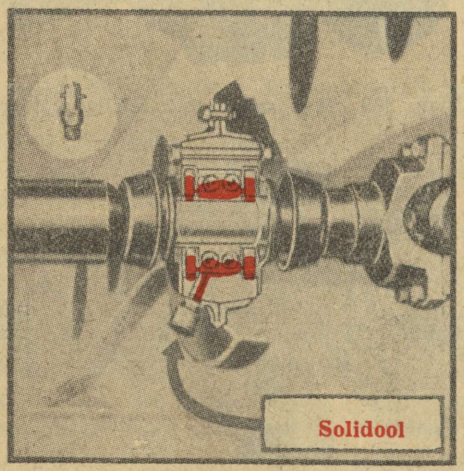
ŠASSII MÄÄRIMINE

Survemäärimine

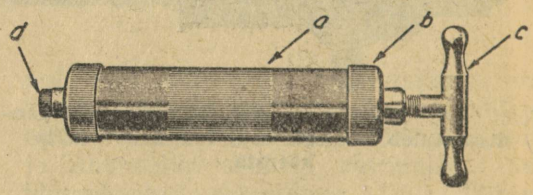
Šassii määrimise all mõistetakse vedrupoltide, käändteljenaga, rooliliigendite, kardaanliigendite, õõtstelgede, pidurililigendite, vedrude jne. määrimist. Kasutatakse siin paksu määret.

Määrde andmine määritavaile kohtadele teostub siin nn. kõrgsurve-määrdepritsi abil määrdeniplite kaudu. Joonisel 913 näeme vanemat tüüpi kõrgsurvemäärdepritsi. Pritsi silinder *a* täidetakse määrdega pärast kaane *b* pealt ärakeeramist. Pideme *c* sissekeeramisega pritsi silindris olev kolb surub määrde välja ava *d* kaudu. Prits ühendatakse kõrgrõhuvooliku abil määrdenipliga. Selleks on nippel varustatud kahe tihvtiga (joon. 914) ja kõrgrõhuvooliku ots vastavate soontega nipli külge kinnitamiseks (joon. 915); ühendus on õhutihe. Nipli ava ees on kuul, mida vedru surub pessa. Kuul takistab tolmu ja muda pääsemist niplisse ja sealt õlitatavate pindade vahele.

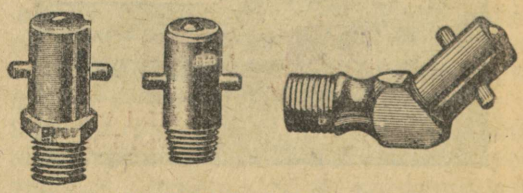
Viimasel ajal kasutatakse enam joonisel 916 näidatud kõrgsurvepritsi. Siin ei suruta määret määritavasse kohta mitte pideme keeramisega, vaid pritsi surumisega vastu niplit. Vastavalt sellele on ehitatud määrdeniplid (joon. 917) ja ka kõrgsurvepritsi ots, mis hoitakse vastu niplit. Kuna nipli otsa kumerus sobib



Joon. 912. Kardaanvõlli laagri määrimine.



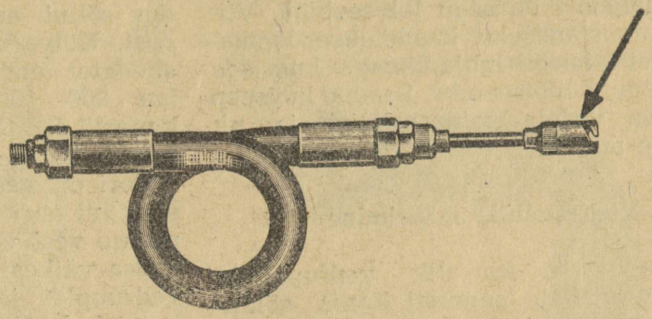
Joon. 913. Vanematüübiline määrdeprits.



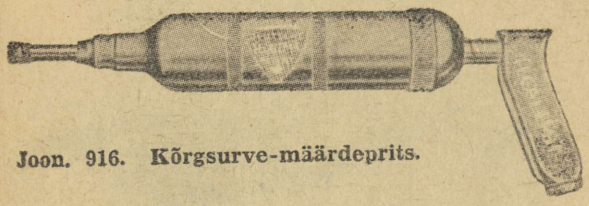
Joon. 914. Määrdeniplid kahe tihvtiga.

pumba otsa õõnsusega, ei pääse määre nipli ja pumba otsa vahelt välja, vaid surutakse määrdenipli ava kaudu määritavasse paika (joon. 918).

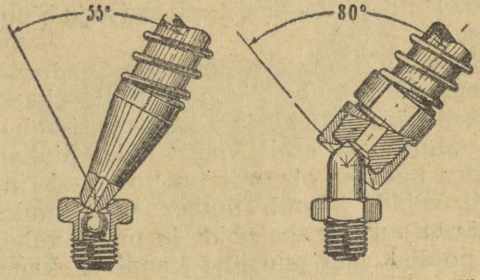
kulunud, surub määrdetoos asjatult määret kulunud kohtade vahelt läbi, mistõttu määret läheb kaotsi ja kõrvalkohad võivad jääda määrimata.



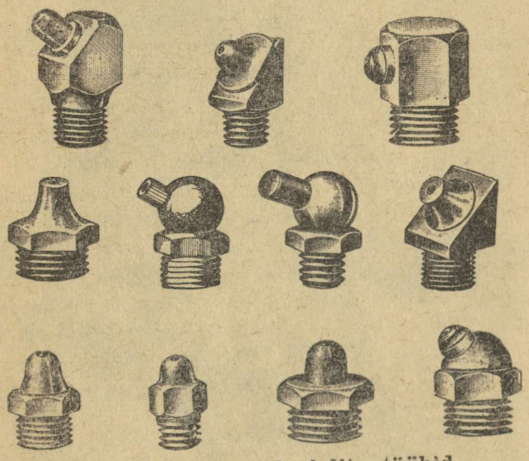
Joon. 915. Kõrgrõhulõdvik.



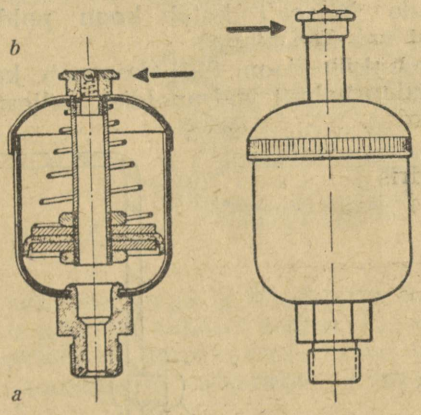
Joon. 916. Kõrgsurve-määrdeprits.



Joon. 918. Kumernippel võimaldab määrdepritsil olla määrimisel viltu suurema nurga all kui õõnesnippel.



Joon. 917. Määrdeniplite tüübid.



Joon. 919. Määrdetoos.

Mõned autotehased varustavad määritavad kohad eriliste määrdetoosidega. Sellega vähendatakse määrimisvajaduse sagedust, sest määrdetoos, mis on täidetud määrdega, surub tarvilikul määral määret määritavasse kohta automaatselt. Joonisel 919 näidatud määrdetoos on keeratud otsa *a* abil määritava koha külge; nipli *b* kaudu surutakse kõrgsurvepritsi abil määre määrdetoosi. Vedru surub kolvi abil määret määrdetoosist määritavasse kohta. Selline määrdetoos on hea, sest ta vähendab juhi hoolt ning tööd ja on väga otstarbekas kulumata osade määrimiseks. Kui aga määritavad osad on

Šasiimäärе

Määre, mida kasutatakse šassii osade määrimiseks, peab evima omadust katta hõõrduvaid pindu, külge jääda hõõrduvatele pindadele ja püsida nende vahel. Šassiimääre peab olema vastupidav vee mõjule, et poristel teedel sõitmisel või sõiduki pesemisel ta ei valguks määritud kohast välja. Šassiimääret valmistatakse

mitmesuguste õlitööstuste poolt mitmesugustes koostistes. Peamiselt kasutatakse destilleerimisel naftast saadavat määret või kompaundmääret, mis on mingi kergema õli segu lubiseebiga. Viimase valmistamiseks keedetakse loomarasva või taimeõli lubjapiimaga, kuni see on muutunud lubiseebiks. Saadud lubiseep segatakse vedela mineraalõliga ja nii saadakse määre.

Vedrupoltide määrimine

Õigeaegne ja korralik vedrupoltide määrimine aitab suuresti kaasa sõidumugavuse tõstmiseks ning hoiab ära nende kiire kulumise, logisemise ja kiunumise.

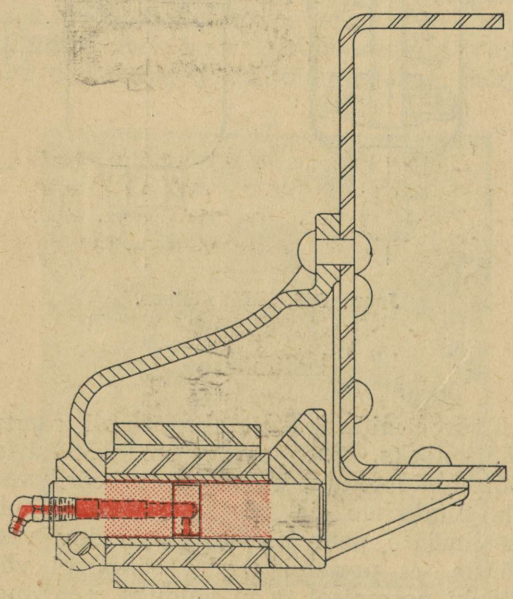
Kõige lihtsam ja levinum vedrupolt (joon. 920) evib õlisoont, mille kaudu määre pääseb poldi ja pronkspussi vahele ja valgub ühtlaselt kogu poldi pinnale. Vedru pealehe ots, mis on keeratud ringi (vedrusilm), haarab ümber pronkspuksi. Määrde surumiseks poldi ja puksi vahele on poldist läbi puuritud kanal ja kanali ots on varustatud määrdenipliga.

Kõrgsurvepritsiga surumisel läbib määre nipli ja pääseb läbi poldi keskel oleva kanali poldi välispinnal olevasse õlisoonde ja sealt katab kogu poldi ja puksi vahelise pinna.

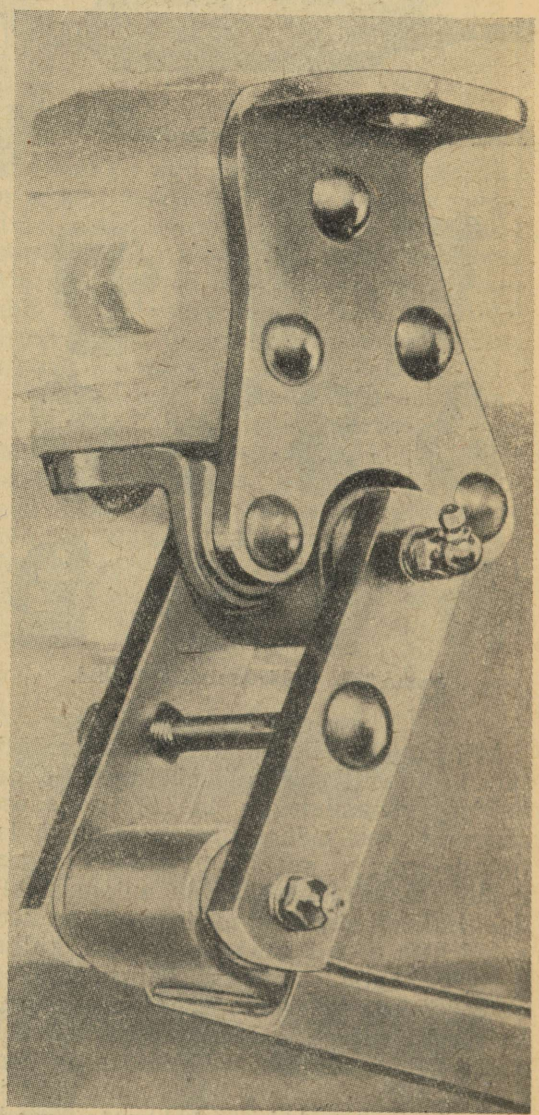
Vedrukiik (joon. 921) koosneb kahest palest ja kahest vedrupoldist, millest üks on vedru aasas, teine raami kronsteinis. Määrimiseks on vedrukiige mõlemad vedrupoldid varustatud niplitega.

Vedrupoltide määrimisvajaduse sagedus sõltub suuresti tee- ja ilmastikuoludest. Kuivade ilmadega ja tolmuvabadel siledatel teedel võib neid määrida umbes iga 800—1000 km tagant. Poristel ja konarlikel teedel vajavad vedrupoldid määrimist iga 300—500 km tagant.

Pori on vedrupoltide suurim vaenlane, sest kui pori pritsub vedrukiigele, nõrgub porine vesi vedrupoltidele, viies enesega kaasa väikesi liivaterakesi, mis kutsuvad vedrupoldi ja pronkspuksi vahel esile suurt kulumist.



Joon. 920. Vedrupolt määrdenipliga.



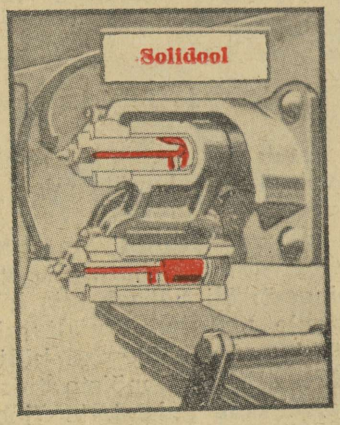
Joon. 921. Vedrukiik.

Kõrgsurvepritsiga vedrupoltide määrimisel surutakse vedrupoldi ja puksi vahelt vana määre välja; ühes sellega tulevad ka välja sinna vahele poriga sattunud liivaterakesed.

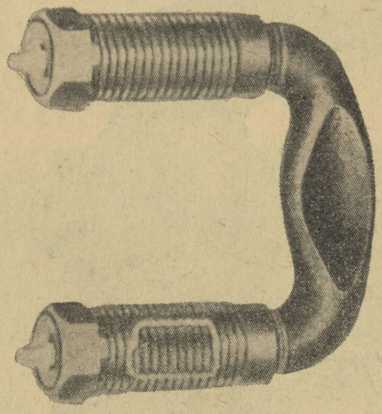
Määrida tuleb nii, et on näha vana õli väljatulemist vedrupoldi ja puksi otste vahelt. Juhul, kui määret vedrupoldi vahelt välja ei tule, on vedrupoldi määrdenippel või õlikanal ummistunud kas sinna sattunud porist või kuivanud määrdest. Nippel või vedrupolt tuleb maha võtta, määrde sissepääsutakistus kõrvaldada, puks ja vedrupolt puhastada, vedrupolt tagasi panna ja siis määrida. Kui vedrupolt jääb ummistuse tõttu määrdeta, kulub see kiiresti läbi ja vajab enneaegselt uuendamist.

Praegu kasutatakse paljudel autotüüpidel keermestatud vedrupolte (joon. 924). Siin on vedrusilmas pingul puks, mis on varustatud sisekeermetisega. Puksi on sisse keeratud keermestatud vedrupolt. Seega vedrupoldi kandepinnaks pole sile pind, vaid keermetega pind. Sellega saavutatakse suuremat vastupidavust kulumise suhtes. Määrimisel surutakse määre kõrgsurve-määrdepritsiga vedrupoldi otsas oleva nipli kaudu õlikanalit mööda puksi ja vedrupoldi keermete vahele.

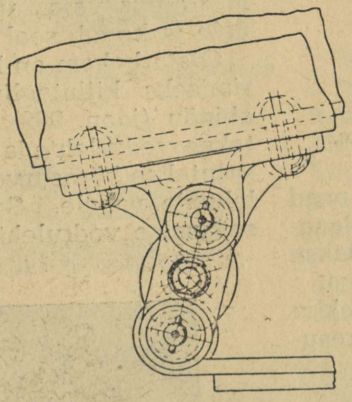
Kuna vedrupoltide määrimine nõuab juhilt sagedasti aega ja tähelepanu, kasutatakse mõnedel autodel vedrukiiki, mille vedrupoldid on kuullaagritel (joon. 925). Need kuullaagrid täidetakse määrdega



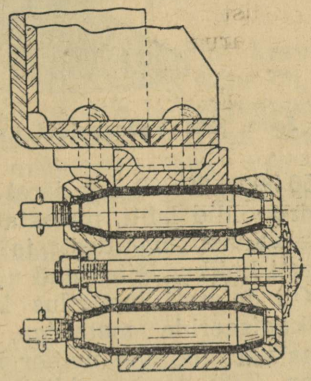
Joon. 922. Vedrukiik määrdekohtadega.

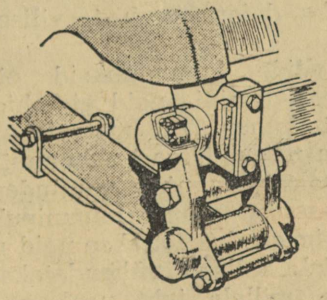


Joon. 924. Keermestatud vedrupoldid.



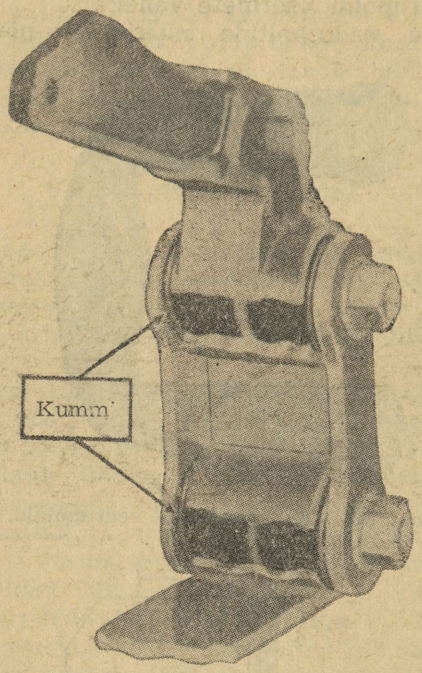
Joon. 923. Vedrukiik seest õõnsate vedrupoltidega.





Joon. 925. Vedrupoldid kuullaagritel.

auto kokkumonteerimisel tehases ning need ei vaja enne 50 000 kuni 80 000 km läbisõitmist mingit tähelepanu, sest need laagrid on täiesti tolmu- ja porikindlad ega vaja järjest määrimist.



Joon. 926. Vedrupoldid kummipuksides.

50 000—80 000 km järel võetakse need vedrupoldid lahti, puhastatakse kuullaagrid vanast määrdest ja monteeritakse uuesti kokku, täites nad uue määrdega.

Kui leiutati menetlus kummit kokku vulkaniseerida metalliga, hakati kasutama vedrupoltide ümber kummist pukse (joon. 926). Vedrupoldi kummipuks asetseb kahe teraspuksi vahel, olles nende külge vulkaniseeritud. Suurema läbimõõduga teraspuks surutakse tugevasti vedrule silma, kuna väiksemamõõduline sobib vedrupoldile. Vedrude õõtsumisel ei teki hõõrdumist metallosade vahel, vaid kummipuks deformeerub tarvilisel määral.

Vedrupoltide kummipuksid ei vaja määrimist, õigemini, neid ei tohigi määrida, sest kummi on materjal, mis ei talu õli: ta paisub õliga kokkupuutumisel, kaotades elastsuse ning muutudes kleepuvaks massiks. Kuna kummipuksid ei vaja määrimist, kasutatakse neid nüüdisaja autodel. Sellega vähendatakse kohtade arvu, millele juht peab sagedasti osutama tähelepanu ja hoolt. On soovitav mõnikord aastas kummipukse pesta seebiveega, millega kõrvaldatakse juhuslikult neile sattunud õli.

Peale kummist pukside kasutatakse vedrupoltide ümber fiibrist pukse, mis on immutatud õliga. Ka need ei vaja sõiduki kasutamisel mingit hoolt ja määrimist, kuid, kui neid õlitataksegi, ei riku see neid.

Vedrude määrimine

Ka vedrud vajavad korralikuks töötamiseks vahete-vahel määrimist. Lihtsaim abinõu vedrude määrimiseks on pintsel. Sõiduki raam kergitatakse tungrauaga määritava vedru kohalt, et vabastada vedru pingest: õli pääseb siis hõlpsamini vedrulehtede vahele. Pintsli abil kaetakse nüüd vedru mõlemad küljed õliga (joon. 927). Enesest mõista tuleb vedru enne korralikult puhastada (joon. 928). Sel vedrude määrimisviisil on see puudus, et õli ei valgu vedrulehtede vahele, mis oleks vaja, vaid jääb vedru külgedele ja kogub seal enda külge tolmu.

Otstarbekam on kasutada vedrude määrimiseks kiilutaolist vedrude määrimisabinõu (joon. 929), mille terav ots pistetakse vedrulehtede vahele ja selle kaudu surutakse kõrgsurvepritsiga määret vedrulehtede vahele. See kindlustab määrde sattumise vedrulehtede vahele.



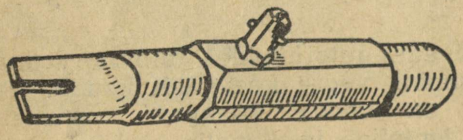
Joon. 927. Määret võib vedrule panna pintsliga.

Auto remontimisel, kui vedrud on alt ära võetud, ei tohi jätta kasutamata juhust vedrud üksikuteks lehtedeks lahti võtta, petrooleumiga puhastada ja õli ning grafiidi seguga kokku määrida; selle järel pannakse vedru uuesti kokku. Kuigi õli mõne aja järel kaob, jääb grafiit vedrude vahele, mis on küllaldane määre.

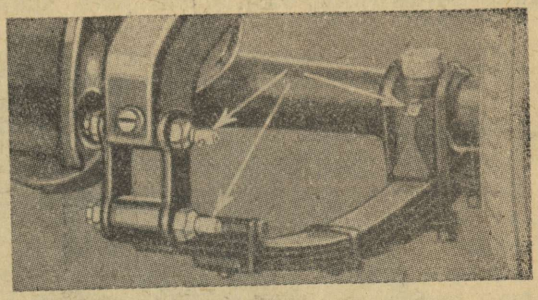
Määrimata vedrud kiunuvad sõidul ja neil võib pori pääseda vedrulehtede vahele, mis kutsub esile vedrude roostetumise. Roostetunud vedrud ei võimalda sujuvat vetrumist, mistõttu sõiduk kaotab sõidumugavuse, tundudes konarlikel teedel puisena. Roostetunud vedrulehed kalduvad oma suure vetrumistakistuse tõttu murdumisele.



Joon. 928. Vedrud enne määrimist puhastada terasharjaga.



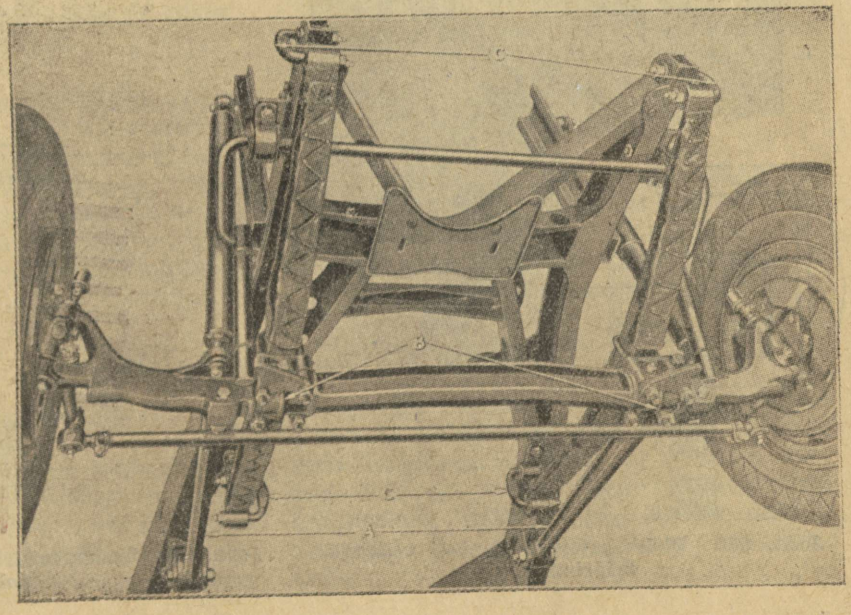
Joon. 929. Vedrude määrimise kiil.



Joon. 930. Vedru sadula määrimisnippel — parempoolne nool.

Vedrude määrimiseks võib kasutada mõnd paksemat õli, näiteks sama õli, mis kasutatakse käigukastis ja diferentsiaalis. Liiga vedela õli kasutamisel on vedrud kohe peale määrimist liiga vetruvad, kuid muutuvad lühikese aja järel jällegi puisteks.

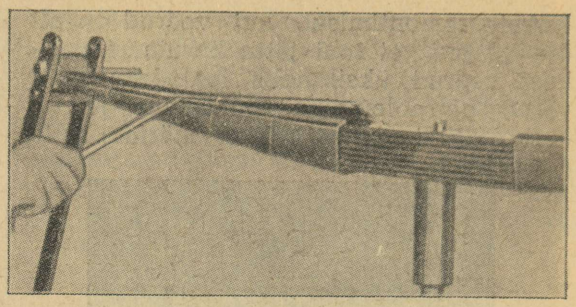
Autode õlitamisjaamades ja töökodades pritsitakse vedrud õliga üle suruõhu abil.



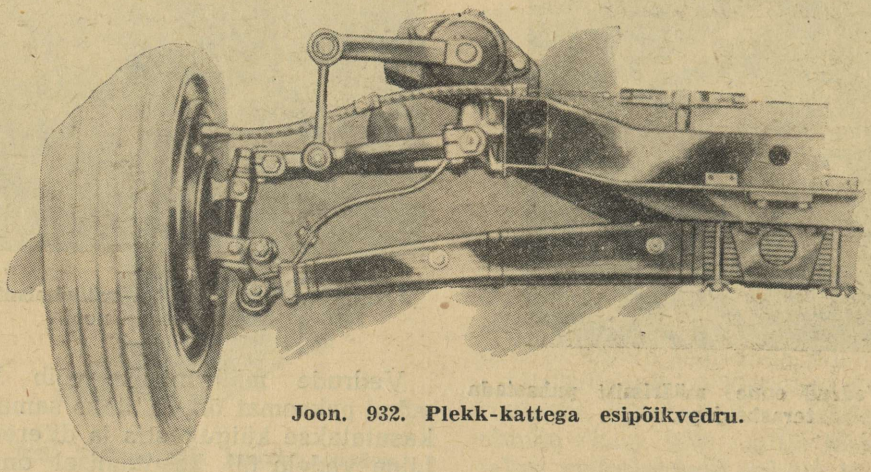
Joon. 931. Vedrud nahkkatetes.

Et ära hoida sagedast vedrude määrimisvajadust, kaetakse vedrud nahast kattega (joon. 931). Samuti see kate takistab pori, vee, tolmu jne. pääsemist vedrulehtede vahele.

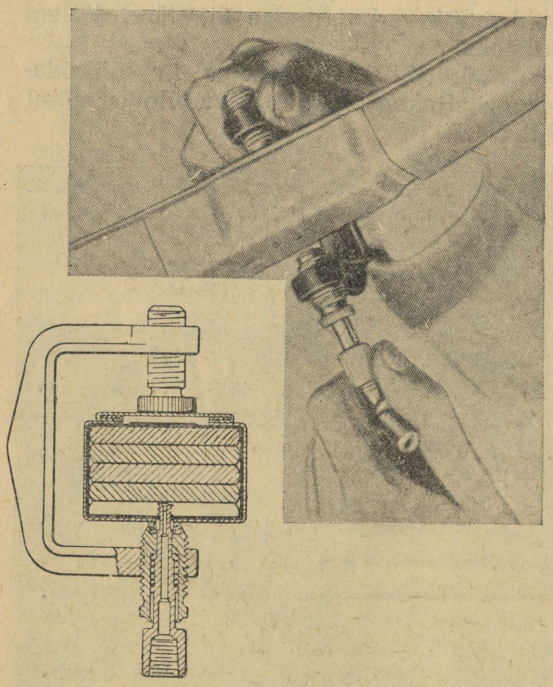
Viimasel ajal kasutatakse nahkkatete asemel plekist katteid (joon. 932). Määrimiseks on plekk-katte alumises osas ette nähtud auk, mille kaudu surutakse määret kõrgsurvepritsi abil katte sisse. Kõrgsurvepritsi vooliku ots hoitakse erilise klambri abil määrimise ajal tugevasti katte küljes (joon. 933).



Joon. 934. Plekk-katte äravõtmine vedru puhastamiseks.

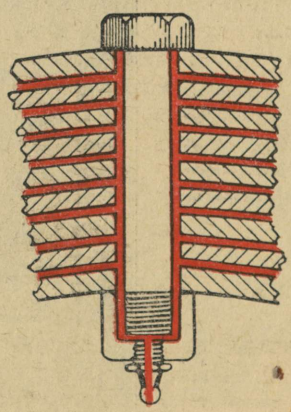


Joon. 932. Plekk-kattega esipõikvedru.



Joon. 933. Plekk-katetega kaetud vedrude määrimine.

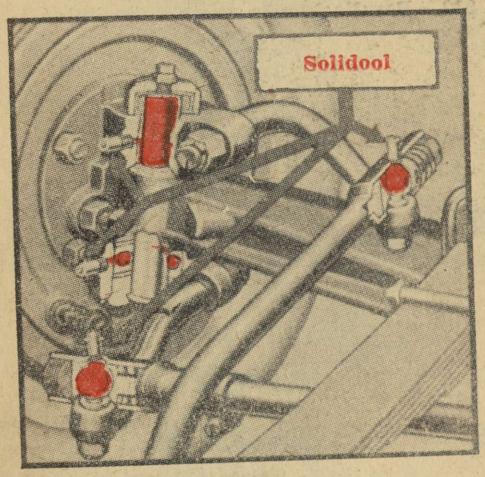
Mõnedel autotüüpidel toimub vedrude määrimine vedru keskpoldi kaudu. Selleks on vedru keskpolt varustatud määrdenipliga ja -kanaliga määrde juhtimiseks vedrulehtede vahele (joon. 935).



Joon. 935. Vedru määrimine läbi vedru keskpoldi.



Joon. 936. Vedrude määrimiseks kasutada mõnd paksemat õli.



Joon. 937. Kohad, mis vajavad määret.

Rooliliigendite ja paralleelvarda otste määrimine

Rooliliigendid ja paralleelvarda otsad vajavad määrimist iga 1000 kuni 1500 km järel. Kui aga autot kasutatakse konarlikel, auklikel ja poristel teedel, tuleb määrimist ette võtta sagedaminigi.

Määrimiseks kasutatav määre peab evima omadust püsida kohal, hoolimata hulgalistest löökidest, mida teekonaruse tõuked avaldavad rooliliigenditele ja paralleelvarda otste munaliigenditele. Samuti peab kasutatav määre olema vastupidav veele, et rataste poolt pcriselt teelt liigenditele pritsitud või auto pesemisel sinna sattunud vesi ei uhuks määret liigendite hõõrduvate pindade vahelt välja.

Sobivaks määrdeks on siin kompaundõli, mida saadakse mineraalõli segamisel soodaleelis-seebiga. See annab määrdele omaduse seonduda sileda metallpinna külge ning püsida hõõrduvate pindade vahel, hoolimata tugevatest tõugetest. Kompaundõli on vastupidav ka veele. Sama määret kasutatakse ka vedrupoltide määrimiseks.

Poristel teedel sõitmisel on sagedasem määrimine vajalik põhjusel, et rattad pritsivad pori liigenditele ja vesi koos liivaterakestega hõõrduvate pindade vahele sattunult kutsub seal esile kiirendatud kulumise. Sagedase määrimisega poristel ilmadel surutakse liigenditest uue määrdega vana määre koos liivaterakestega välja. Sellega hoitakse ära rooliliigendite ja paralleelvarda otste kiire kulumine.

Käändteljenaga määrimine

Üheaegselt vedrupoltide, rooliliigendite ja paralleelvarda otste määrimisega määritakse ka käändteljenaga puksid või nõellaagrid sama määrdega. Käändteljenaga määritakse määrdeniplite kaudu (joon. 940).

Mõned autotehased asetavad käändteljenagale määrdetoosi, et ei tarvitseks määrimist nii sagedasti ette võtta (joon. 941).

Õõtstelgede määrimine

Õõtstelgede liigendid määritakse samuti määrdeniplite kaudu (joon. 942). Viimasel ajal püütakse õõtstelgede määrimiskohtade arvu vähendada seega, et liigendid asendatakse kummipuksidega.

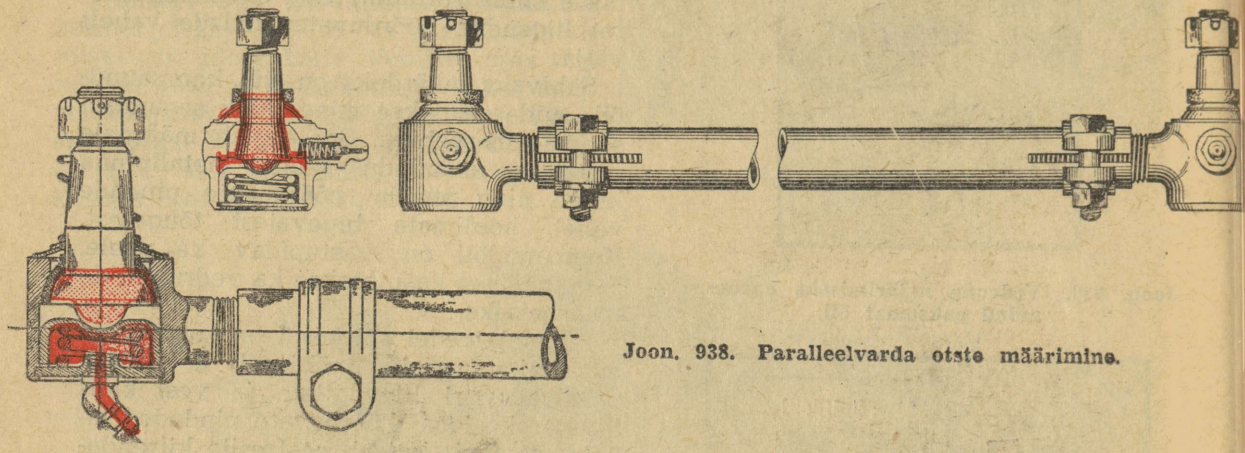
KESKENDATUD ÕLITAMINE

Tsentraalõlitus

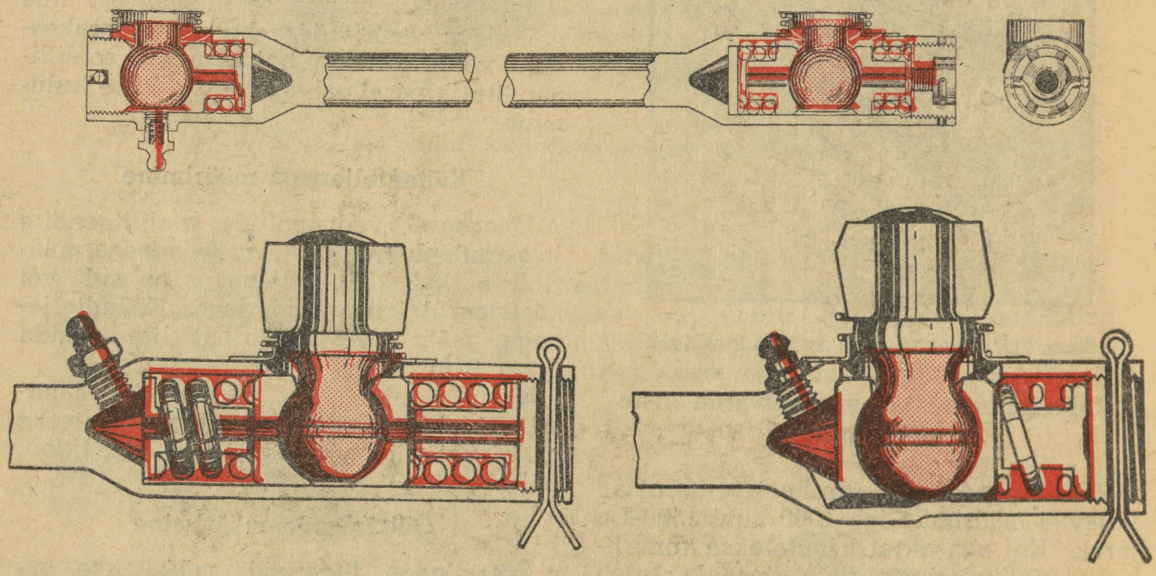
Et kindlustada korralikku määrimist ja vähendada juhi korrashoiutööd, püütakse autode õlitamist vajavate kohtade arvu vähendada. Selleks ühendatakse ühe õlinipli alla mitu määrdekohta. Näiteks vedrukiige ülemine ja alumine vedrupolt määritakse ühe nipli kaudu, samuti käändteljenaga ülemine ja alumine laager. Siin on käändteljenaga varustatud õlikanaliga, mille kaudu määre pääseb õliniplist ka alumise puksi määrimiseks.

Kuigi selliselt on koondatud ühe õlinipli alla mitu määrdekohta, jääb siiski terve rida õlinipleid juhi hoolele, mis vajavad järjekindlat määrimist ja tähelepanu. Nende niplite määrimine on aega-

tsentraalõlitus, s. o. kõik määrimist vajavad kohad määritakse ühe määrimiskoha kaudu. Seega hoolitsemist vajab vaid üksainus koht — tsentraalõlituse keskus; siit juhitakse määre automaatselt



Joon. 938. Paralleelvarda otste määrimine.



Joon. 939. Juhtvarda otste määrimine.

viitev, tülikas, määrib käsi ning riideid ja nõuab mõnikord raske juurdepääsu tõttu eritööriistu, tõstelifti jne. Samuti võib mõne määrdenipli määrimine jääda unustusse või kahe silma vahele või jäetakse meelega määrimata ebamugava juurdepääsu tõttu. Puudulik määrimine võib aga hiljem kutsuda esile tõsiseid vigastusi ning üksikosade murdumisi ja põhjustada sõidul õnnetusigi.

Nende puuduste vältimiseks on mõnedel autotüüpidel kasutamisele võetud peente vasktorude kaudu kõikidesse määrimist vajavatesse kohtadesse.

Keskendatud õlitamisseadiseid on kahte tüüpi:

1) Määre surutakse määritavatesse kohtadesse torude kaudu erilise pumba abil.

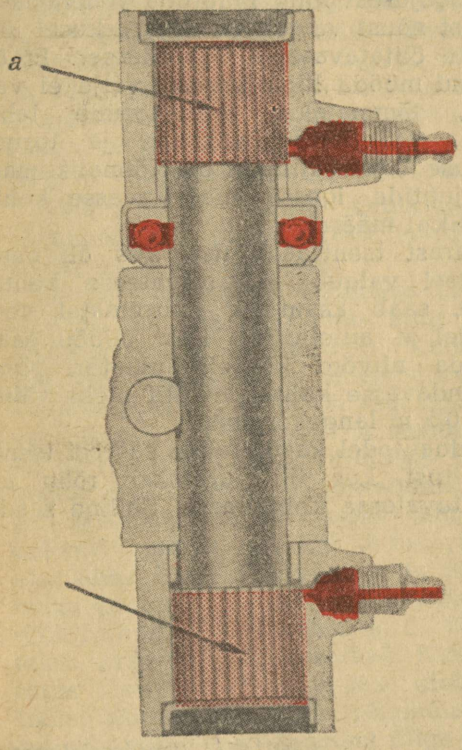
2) Õli valgub määritavatesse kohtadesse isevalgumisel või survel või tahtide toimel, mis asetsevad torudes.

Esimese tüübi puhul kasutatakse eripumpa, mis asetseb juhiruumis armatuur-

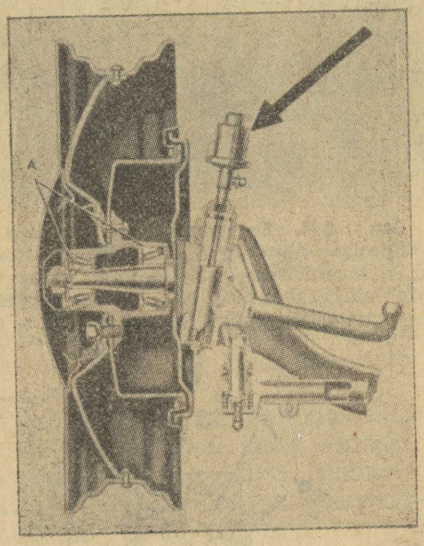
laua all siduripedaali lähedal. See pump (joon. 943) koosneb silindrist *a*, milles asetseb kolb *b*. Vedru *c* surub kolvi silindrist välja, millega imetakse määret määrdenõust *d*, mahutavus 1 l, läbi kuulklapi *e* silindrisse. Määrimine teostub sel teel, et juht vajutab jalaga pumbakolvile, millega määre surutakse silindrist läbi ava *f* toru kaudu määrdejaotuskarpi. Kuulklapp *e* ei võimalda määrde tagasipääsu määrdenõusse. Klapp *g*, mis on vedru *h* surve all, takistab kolvi *b* tagasiliikumisel määrde tagasivalgumist torustikust pumbasilindrisse ja määrde väljavoolamist määrdenõust, kui pump pole tegevuses.

Määrdenõu täitmine määrdega toimub kaane *i* mahavõtu järel. Sõel *k* takistab juhuslikult määrdes leiduva prügi sattumist määrdenõusse ja sealt määritavatesse kohtadesse.

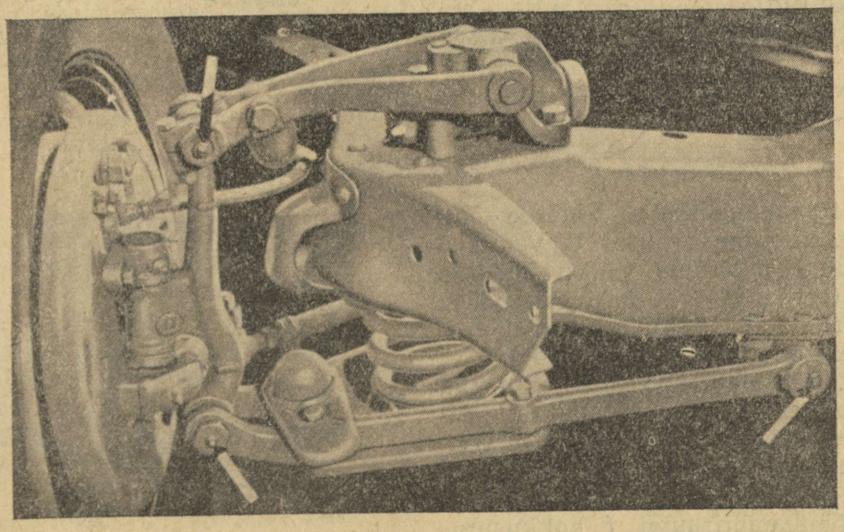
Määrdejaotuskarp, kuhu määret juhitakse pumbast, jaotab määret kõigisse



Joon. 940. Käändteljenaga määrimine.



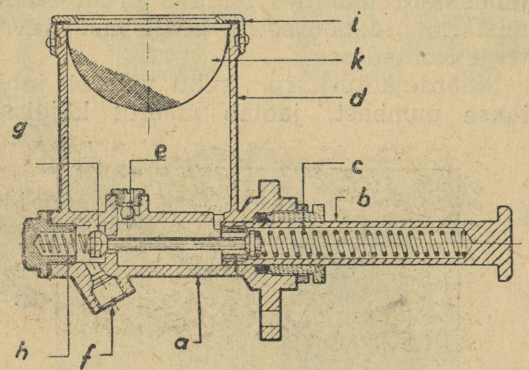
Joon. 941. Määrdetoos käändteljenagal.



Joon. 942. Määrimiskohad eesõõtsteljel.

määrimist vajavatesse kohtadesse. Jaotuskarp (joon. 944) koosneb alusest *a*, millesse suubuvad määrdepumbast tulev määrde sissevoolutoru *b* ja vastavalt määrimiskohtade arvule määrde väljavoolutorud *c*. Määrde iga väljavoolutoru ees on kahest otsast kooniline ventiil *d* vedru *e* surve all ja õhukamber *f*.

Kui juht vajutab jalaga määrdepumba kolvile, siis kolb surub määret pumbast



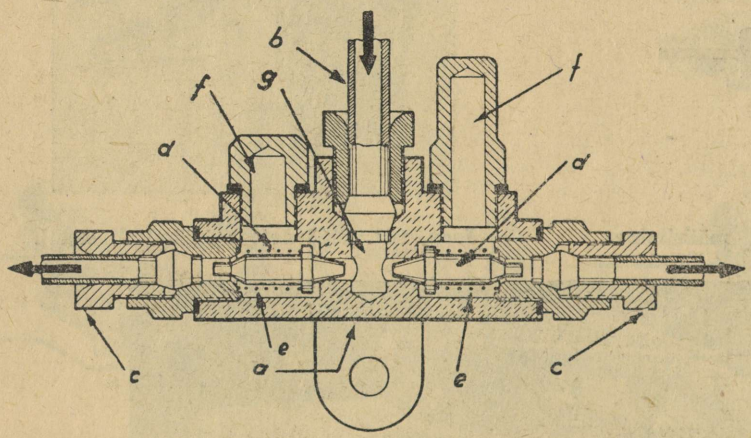
Joon. 943. Tsentraalõlituse õlipump.
a — pumba silinder, *b* — kolb, *c* — kolvivedru, *d* — määrdenõu, *e* — imemisklapp, *f* — määrde väljavalgumise ava, *g* — surveklapp, *h* — surveklapi vedru, *i* — kaas, *k* — sõel.

toru määritavasse kohta. Õhukambri suuruse õige valikuga on võimalik määritavatele kohtadele juhtida määret tarvilikul määral ja igasse määrdekohta vastavalt erineval hulgal.

Teisel tsentraalmäärimisviisil asetatakse õlinõu mootori lähedale, et õlinõusse pandav õli saaks soojeneda mootori soojusest ning muutuda vedelamaks. Sellest nõust valgub õli omaraskusel läbi torude õlitatavatesse kohtadesse. Et õli torusid mööda liiga kiiresti välja ei valguks, tõmmatakse läbi torude tahid (joon. 945). Tahi paksuse ja torude pikkuse õige valikuga on võimalik määret juhtida igasse määritavasse kohta tarvilikul määral.

Säärast tsentraalõlitust, kus õli omaraskusel valgub määritavatesse kohtadesse, saab kasutada suurematel veoautodel ja autobustel, kus õlinõu saab asetada niivõrd kõrgele mootori poolt soojendavasse kohta, et õlil oleks vähemalt 0,5 m langekõrgust.

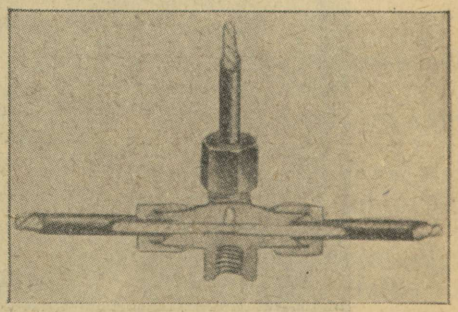
Sõiduautodel kasutatakse säärast tsentraalõlitust, kus õli juhitakse rõhu all määritavatesse kohtadesse. Selline seade



Joon. 944. Tsentraalõlituse jaotuskarp.
a — aluskere, b — määrde sissevoolutoru, c — määrde väljavoolutoru, *d* — ventiil, *e* — ventiili vedru, *f* — õhukamber, *g* — peakanal.

jaotuskarbi peakanalisse *g*. Määrde rõhu all pigistab kooniline ventiil *d* vedru *e* kokku, suleb määrdele pääsu määrde väljavoolutorru *c* ja avab määrdele pääsu õhukambriruumi *f*. Rõhu all õhukambriruumi sattuv õli surub seal õhu kokku.

Kui juht vabastab jala määrdepumba kolvilt, langeb rõhk jaotuskarbi peakanalis *g* ja vedru *e* surub koonilise ventiili vastu jaotuskarbi ava, sulgedes selle. Seega jääb määre õlitustorudepoolsesse õhukambriruumi *f* kokkusurutud õhu rõhu alla, mis surub määret läbi



Joon. 945. Tahid tsentraalmäärimistorudes.

koosneb õlivarunõust, rõhunõust ja torustikest, mis juhivad õli määritavatesse kohtadesse.

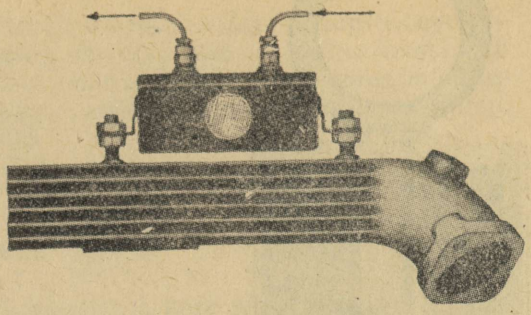
Rõhunõu asetatakse kas mootori väljalasketoru peale (joon. 946) või teda ümbritseb mootori jahutusvesi (joon. 947). See õlitusseade töötab järgmiselt:

Rõhunõu täidetakse õliga ja suletakse õhukindlalt. Imemistorus on kuulklapp, mis võimaldab õli pääsu õlivarunõust rõhunõusse, kuid mitte tagasi. Rõhunõu on ühendatud imemistoru kaudu õlivarunõuga. Rõhunõust väljub rõhutoru, mille kaudu õli on juhitud jaotustorusid mööda kõigisse määritavaisse kohtadesse.

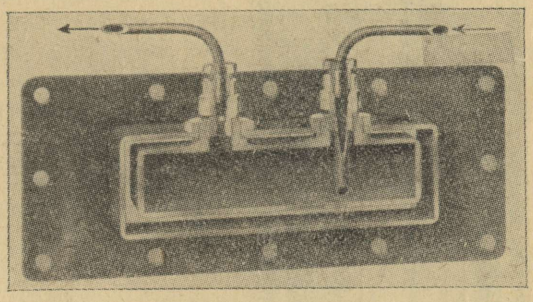
Rõhutorus on samuti kuulklapp, mis võimaldab õli pääsu edasi jaotustorude poole, kuid mitte tagasi.

Mootori töötamisel rõhunõus ja -torus olev õli ja õhk soojeneb ning paisub, tekitades rõhunõus ülerõhku. Kuna rõhunõu on õhukindel ja imemistorus olev kuulklapp ei võimalda oli tagasipääsu õlivarunõusse, on paisuval ja seetõttu rõhu all oleval õlil ainuke väljapääs rõhutoru kaudu määritavatesse kohtadesse. Mootori seismisel õli survenõus jahtub ning kahaneb mahus; samuti jahtub rõhunõus olev õhk; õhu jahtumise tõttu ning õlimahu kahanemisel alaneb õhurõhk ja ülerõhk muutub alarõhuks, s. o. rõhunõus tekib vaakum (õhuhõrendus). Kuna rõhutorus olev kuulklapp ei lase jaotustorustikust õlil voolata tagasi rõhunõusse, täitub rõhunõu õlivaruanumast õliga imemisi, kuni rõhunõus alarõhu tasandumiseni välisrõhuni. Seega see õlitusseade töötab täiesti automaatselt; vajab ainult hoolt õlivarunõu täitmine.

Jaotustorudes on tahid, millega reguleeritakse määritavatesse kohtadesse voolava õli hulka iga koha erilise tarviduse kohaselt.



Joon. 946. Rõhunõu väljalasketoru peal.



Joon. 947. Mootori jahutusvesi ümbritseb tsentraalmäärimise õlirõhunõud.

Tsentraalõlitamise paremustest ei tohi siin jätta mainimata seda, et siin valgub määrdekohtadesse alati puhas õli ja sealt välja tulles toob enesega kaasa juhuslikult sinna sattunud liivaterakesed. Survepritsiga määrides aga surutakse määrdekohta koos määrdega ka liivaterakesi, mis olid kleepunud määrdenipli ava külge. (Määrimisel vaja õliniplit hästi puhastada!)

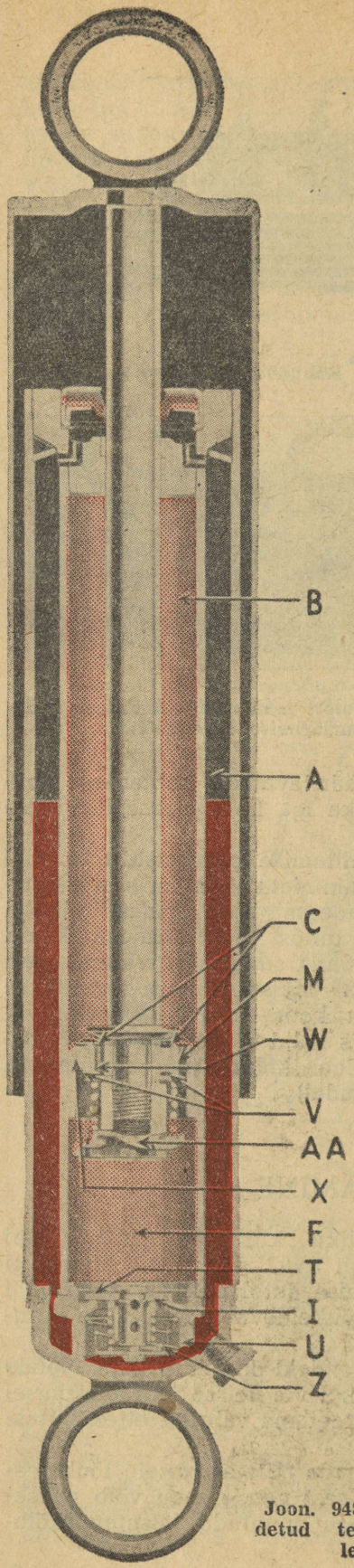
TÕUKELEEVENDITE ÕLITAMINE

Hüdraulilised tõukeleevendid on täidetud õliga, mis sõidutee konarustest tekkivate tõugete leevendamisel peab valguma läbi tõukeleevendis oleva ava.

Tõukeleevendites kasutatav õli ei tohi muuta oma sitkust temperatuuri kõikumisel suvistes ja talvistes ilmastikuoludes. Seepärast peab tõukeleevendites kasutama õli, mis on vabriku poolt selleks ette kirjutatud. Ei tohi kasutada harilikku mootori- või mõnda muud õli, mis muutub sitkemaks talvises temperatuuris. Sitkem õli, olles paksem, ei suuda tarviliku kiirusega voolata läbi tõukeleevendi ava, mis mitte ainult ei muuda sõitmise autol puiseks, vaid võib põhjustada tõukeleevendi rikkeid ja purunemist.

Tõukeleevendeid on mitut tüüpi. Nende õli vahetamisel või neisse juurdelisamisel peab kinni peetama vabriku ettekirjutustest.

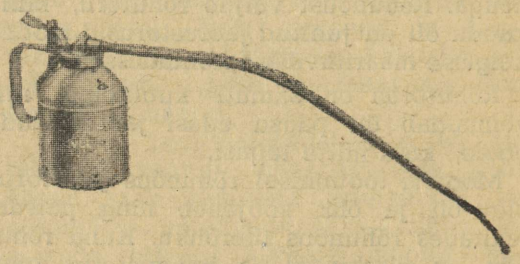
Ei tohi segada mitmesuguseid tõukeleevendiõlisid, sest nende segu võib pakseneda ja seega muutuda kasutamiskõlbmatuks.



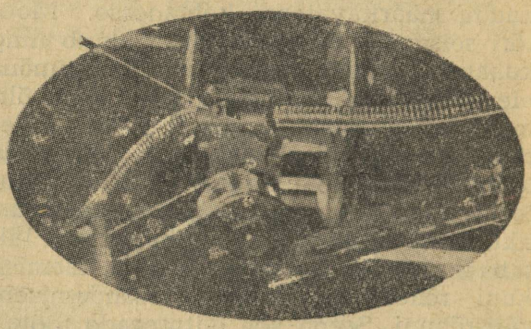
Joon. 948. Õliga täidetud teleskoop-tõukeleevendi.

PIDURITROSSIDE ÕLITAMINE

Mõned sõidukitüübid varustatakse mehaaniliste piduritega, kus pidurdamissurve kantakse jalgpedaalilt üle piduriklotsidele terastrosside abil, mis asetsevad painduvate metall-lõdvikute sees. Ka käsipiduriseadmetes kasutatakse terastrosse, mis samuti asetsevad painduvates metall-lõdvikutes.



Joon. 949. Õlikann tõukeleevendite täitmiseks.



Joon. 950. Määrdenippel piduritrosside määrimiseks.

Et vähendada piduritrossi hõõrdetakistust metall-lõdvikus ja seega kergendada pidurdamist, peab piduritrossi õlitama umbes iga 5000—8000 km järel. Õlitamiseks võib kasutada vedelat mootoriõli või mõnda muud õli, mis tavaliste ilmadega ei lähe paksuks ega takista trossi liikumist lõdvikus, mis muudaks pidurdamise raskeks või takistaks piduriklotside tagasitõmbumist peale pidurdamist, s. o. pidurid jääksid peale. Soovitatav on õlile juurde lisada grafiiti, mis hoiab trossid libedatena ka siis, kui õli on kuivanud.

Piduritrosside õlitamiseks võib kasutada erilist klambrit, mille abil saab trossi õlitamiseks suruda õli kõrgsurvepritsiga

painduva lõdviku otsa kaudu lõdviku sisse. Kui selline riist puudub, võib piduritrossid lahti monteerida, peale puhastamist õlitada ja uuesti kokku panna. Kuna see on seoses tüliga ja kuna peale õlitamist pidurid vajavad uuesti reguleerimist, siis viimasel ajal piduritrossi lõdvikud on varustatud keskpaigas määrdenipliga survepritsiga määrimiseks (joon. 950).

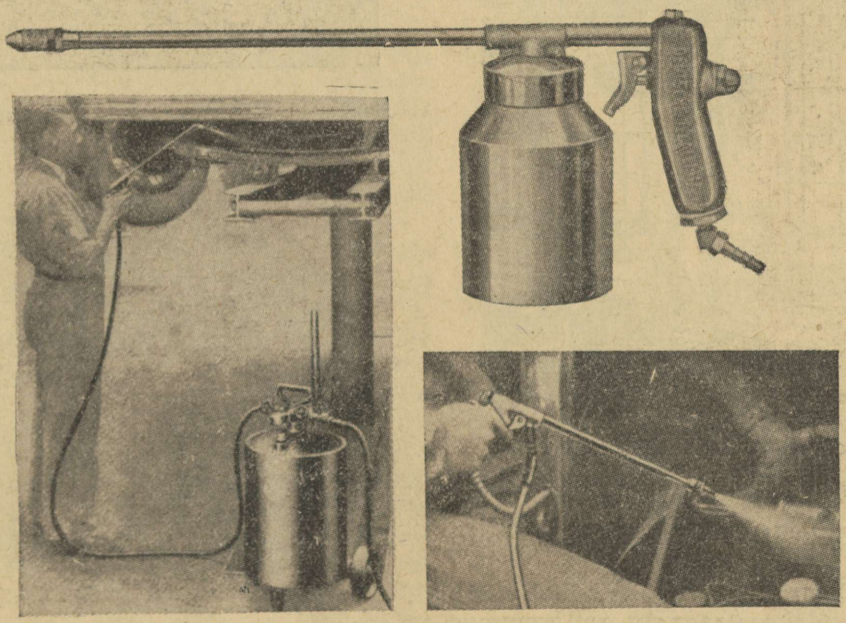
ÕLIUDUGA ÕLITAMINE

Vahest tekib sõiduki šassiis mõnes kohas kiunumist, mis pole tingitud mõne määritava osa puudulikust määrimisest, vaid tuleb kerepleki hõõrdumisest vastu raami või mõnede kere aluspõhja plekkide vastastikusest hõõrdumisest või mõnest muust sellesarnasest põhjusest. Sageli on sellise kiunuva koha leidmine kiunumise kõrvaldamiseks väga raske. Seepärast kasutatakse siin hea eduga õliuduga õlitamist. Õliudustamiseks kasutatakse erilist õlikannu (joon. 951), millest suruõhu abil pihustatakse või udustatakse õli ja pritsitakse alt kogu sõiduki põhjale. Selleks peab sõiduk sõidutatama õlitamispukile või tõsteliftile (joon. 952), et pääseda ligi sõiduki põhjale. On arusaadav, et sõiduki juht ei saa sellist pritsimist õliuduga ise kodus ette võtta, vaid sõiduk tuleb viia vastavate abinõudega varustatud töökotta või õlitamisjaama. Suruõhk surub udustatud õli kõigisse šassii ja kere põhja pragude vahele, mille järel sõidukiga sõitmisel enam ei teki kiunumist.

Soovitav on sellist õliga udustamist lasta sõidukile teha vähemalt 2 korda kuus. See hoiab šassiid ja kere aluspõhja roostetumise eest. Enne udustamist tuleb sõiduk alt põhjalikult suruveega pesta.

Udustamisõliks võib tarvitada mootori loputusõli, lisandades sellele 10% roostevastast õli. Sel õlil on omadus imbuda rooste sisse, katta roostealune pind õlikihiga ja selliselt takistada edaspidist roostetumist. Sama õli võib kasutada ka kinniroostetunud poltide lahtikeeramise võimaldamiseks. Selle õliga sissemäärimise järel roostetunud poldid vabanevad varsti kergesti.

Õliudustamispritsiga võib õlitada ka vedrusid. Sellega pritsitakse suruõhu abil õliudu vedrulehtede vahele.

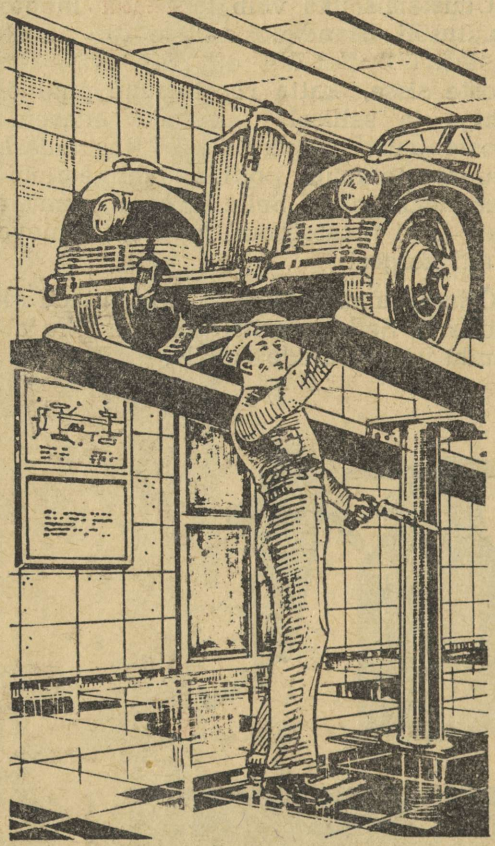


Joon. 951. Õliuduga autoaluse katmine suruõhuga töötava õlikannu abil.

Sobiv määre

Rattalaagrid vajavad määret, mis on kohandatud nende töötamistingimustele. See peab kleepuma laagri rullide või kuulide külge ja ta ei tohi ratta veeremisel laagrist välja tulla, kus ta võiks sattuda piduritele. Ta peab ka evima kõrget sulamispunkti, et ta laagri soojenemisel ei sulaks ega valguks laiali.

Neile nõuetele vastavat määret võidakse valmistada. Seda sobib kasutada ka muude kuul- ja rull-laagrite määrimiseks. See määre on peamiselt mineraalõli segu soodaleelis-seebiga või sooda- ja lubjaleelis-seebiga.



Joon. 952. Auto tõsteliftil.

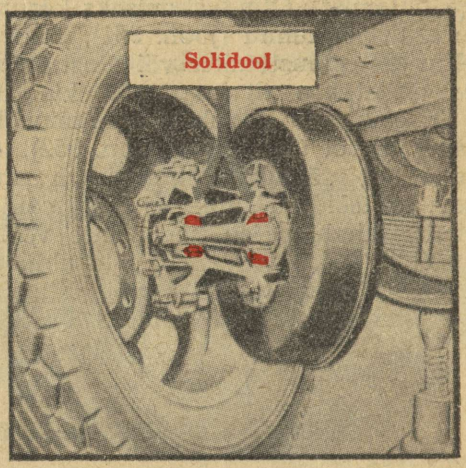
Eesratta laagrite määrimine

Eesratta laagrid määritakse kahel viisil:

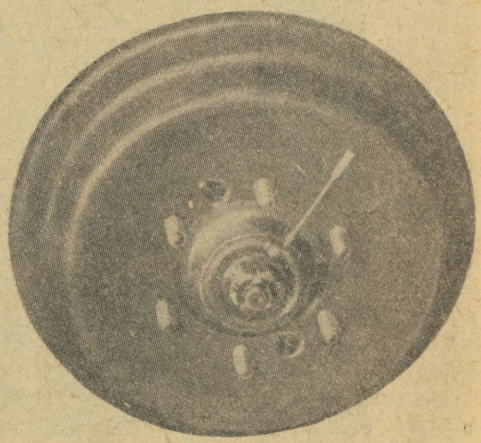
1) Õli surutakse laagrisse rattarummus selleks ettenähtud ava kaudu või
2) rattalaagrid võetakse maha, puhastatakse ja pannakse uue määrdega täidetult tagasi.

Esimest viisi kasutati vanematel autotüüpidel. Rattarummus oleva ava kork tuli lahti keerata. Selle asemele pandi määrdenippel, mille kaudu õlipritsi abil suruti uus määre laagritesse (joon. 954). Selle viisi puuduseks oli, et uue määrde sissesurumisel laagrit ei puhastata vanast määrdest. Kogu rattarumm suruti määret täis ja sealt pääses üleliigne määre piduritele.

Kuna rattalaagrid, mis on kas rull- või kuullaagrid, väga harva vajavad määrimist, keskmiselt iga 8000—15 000 km järel, siis on otstarbekas määrimiseks rat-

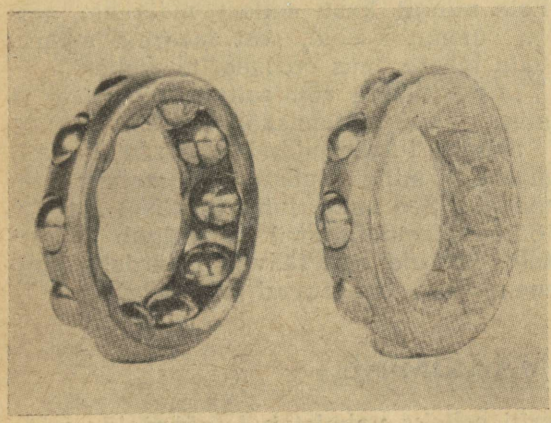


Joon. 953. Eesratta laagrid vajavad määret.



Joon. 954. Määrdenippel rattarummus.

tad maha võtta, rattalaagrid välja võtta ja nad petrooleumiga põhjalikult puhastada vanast määrdest. Samuti tuleb rat a-rummud seestpoolt ja käändteljed puhastada. Siis kaetakse laagrid uue määrdega, kusjuures tuleb jälgida, et uus määre oleks korralikult kõikide kuulide või rullide ümber (joon. 955). Soovitav on puhastatud laager enne uue määrdega katmist kasta vedelasse õlisse, liigsel õlil lasta ära valguda ja alles siis laager katta uue määrdega. Nii toimides on hõlbus uut määret peale määrida, sest siis see pääseb kergesti igale poole laagrikausside ja kuulide või rullide vahele.



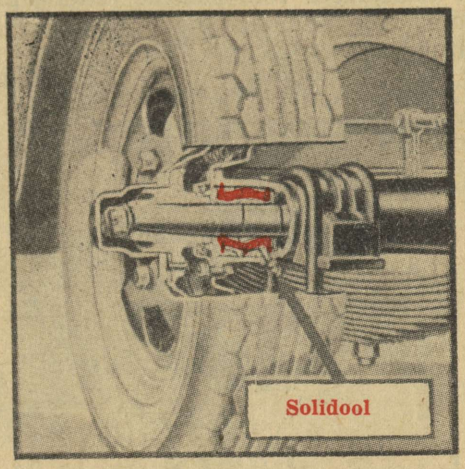
Joon. 955. Paremal — määrdega küllaldaselt kaetud kuullaager.

Kui laager on uue määrdega kaetud, käändtelg ja rattarumm puhtad, monteeritakse ratas uuesti kohale. Siinjuures tuleb jälgida, et ei pingutataks käändtelje otsamutrit liiga pingule, mis kutsuks esile laagrite sissesööbimist või kuulide purunemist.

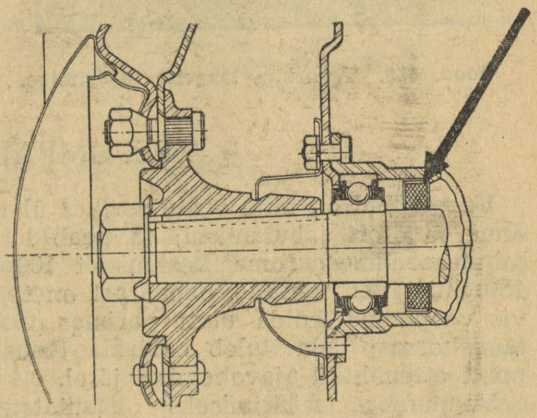
Kuid ka ei tohi see olla liiga lahti, mis võimaldaks ratta lõtkumist (lõnkumist) ja seega takistaks kindlat juhtimist.

Õige viis rattalaagrite pingutamiseks on, kui pingutatakse käändtelje otsamutrit niivõrd, et ratta pöörlemine on takistatud; see kindlustab laagrite korraliku istumise oma kohal. Siis keeratakse mutter $^1/_8$ ringi võrra tagasi, et ratas hakkaks vabalt laagritel pöörlema. Ratta vaba pöörlemist tuleb proovida pöörates ratast mõlemas suunas, jälgides seejuures, et pidurid ei takistaks ratta pööramist, mis võib jätta mulje, et laagrid on ikka veel liiga tugevasti pingutatud.

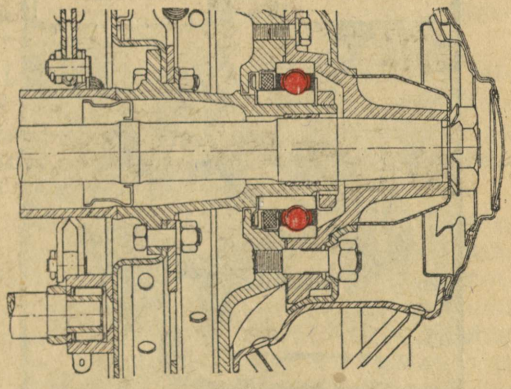
Mitte unustada käändtelje otsamutrit lõhisega kinnitada lahtikeerdumise vastu, sest vastasel korral võib ratas sõidu ajal alt ära tulla, põhjustades õnnetust.



Joon. 956. Kandva pooltelje laagrite määrimine.



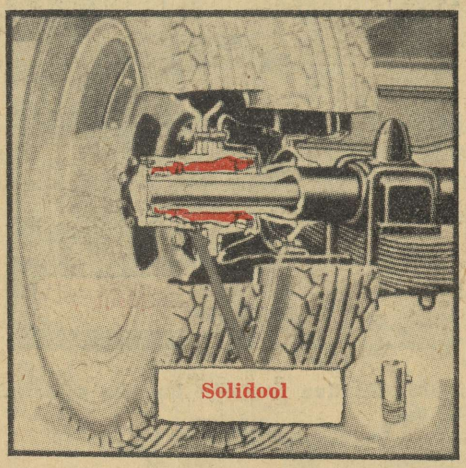
Joon. 957. Pooltelje tihend.



Joon. 958. Poolkandva pooltelje laagri määrimine.

Tagaratta laagrite määrimine

Tagaratta laagreid määritakse nagu eesrattailgi. Ka siin ei tule unustada, et liigsel määrimisel võib määret sattuda piduritele, mis muudaks need töötamiskõlbmatuks.



Joon. 959. Tagaratta laagrite määrimine.

Mõnedel sõidukitel toimub tagaratta laagrite õlitamine automaatselt, kusjuures nad saavad õli diferentsiaalist. Need laagrid ei vaja mingit juhi hoolitsemist.

Rattalaagrite määrimisel peab ühtlasi kontrollima rattalaagrite tihendeid (joon. 957) ja neid uuendama, kui nad on vähegi kulunud ja õli läbi lasevad. Endastmõistetavalt tuleb tihendid uuendada ka siis, kui on ilmsiks tulnud õli sattumist piduritele. Rattalaagrite määrimisel kasutatagu ühtlasi juhust ja puhastatagu pidurid mustusest, tolmust ja õlist.

Tuleb hoiduda kogu rattarummu täitmisest määrdega, mis on täiesti asjatu. Pole mingit kasu sellest määrdest, mis on rummu keskel, sest laagreid määrib vaid määre, mis on laagrite ümber.

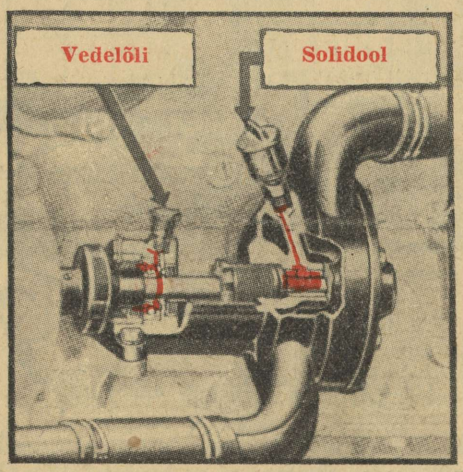
Liigne määre võib sattuda piduritele ja muuta need töötamiskõlbmatuks.

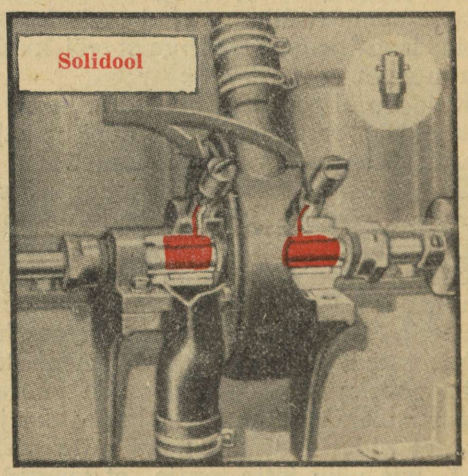
Samuti tuleb hoiduda määrde kasutamisest, mille sulamistemperatuur on madal. See sulab juba tavalisel laagrite töötamistemperatuuril ja valgub piduritele. Laagrid aga jäävad määrdeta, kuumenevad ja muutuvad kõlbmatuks.

VEEPUMPADE MÄÄRIMINE

Veepumbal on täita vastutusrikas ülesanne mootori jahutamisel; ta peab läbi jahutusseadme suruma keskmiselt 100—150 liitrit vett minutis. Seepärast on tarvis veepumpa hoida alati parimas töötamiskorras; teda tuleb määrida tehase poolt ettenähtud ajavahemike järel.

Veepumba määrimiseks kasutatagu eriti selleks valmistatud määrdeid, mille sulamistemperatuur on kõrgem kui vee keemistemperatuur, sest jahutusveepump töötab pidevalt kuuma veega kokkupuutel. Siin ei kõlba kasutada mootoriõli või mõnda muud õli, mis muutub vedelaks pumba kokkupuutumisel kuuma



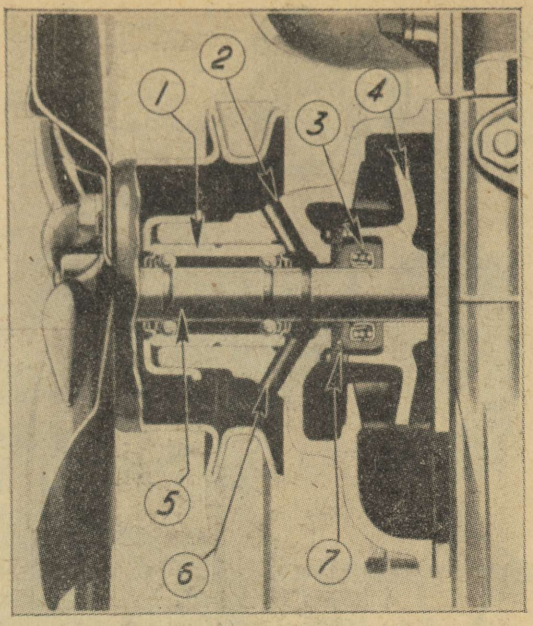


Joon. 960. Määrdetoosid veepumbal.

veega, kuna vedel õli satuks pumba laagrite kaudu jahutusvette, kataks jahutusveeseadme seinad seestpoolt õliga ja seega takistaks mootori korralikku jahutamist. Pealegi õli põhjustab jahutusseadmes sodi tekkimist ja kummi-ühendusvoolikute tursumist.

Õlivabrikute poolt veepumpade õlitamiseks valmistatav lubjaleelismääre on osutunud otstarbekaks, olles vastupidav kuumale veele.

Mõnedel veepumpadel, näiteks joonisel 960, on määrimiseks ette nähtud määrdetoosid, mis täidetakse aeg-ajalt määrdega. Mõned veepumbad, mis töötavad kuullaagritel (joon. 961), ei vaja üldse määrimist, sest kuullaagrid täidetakse pumba kokkupanemisel määrdega ja edaspidi ei vaja määrimist pumba töötamisea jooksul. Mõned veepumbad vajavad määrimist väga harva — peale 20 000—30 000 km läbisõitmist. Selleks võetakse parandusjärelevaatusel veepumba kuullaagrid lahti, puhastatakse petrooleumi või bensiiniga vanast määrdest ja täidetakse enne kokkumonteerimist uue määrdega.



Joon. 961. Veepump kuullaagriga, mis ei vaja määrimist.

1 — kuullaager, 2 — õhuava, 3 — veepumba tihend, 4 — veepumba tiivik, 5 — veepumba võll, 6 — läbivalgunud vee äravooluava, 7 — tihendi tugiseib.

ELEKTRISEADISTU ÕLITAMINE

Elektriseadistu osadest vajavad õlitamist dünamo ja käiviti laagrid ja jagajakarp.

Dünamo ankur pöörleb kuullaagritel, mida peab iga 2000—3000 km tagant õlitama. Selleks tuleb tarvitada vedelat õli, tilgutades seda mõned tilgad kummaski dünamo otsas ettenähtud õliava kaudu laagritele (joon. 963). Kuigi dünamo töötab alati üheaegselt mootoriga, tehes sõiduki täiskiirusel 2000—2500 pööret minutis, piisab paarist tilgast vedelast õlist iga 2000—3000 km järel. Tuleb hoiduda asjatust liigaõlitamisest, mis puhul õli satub dünamo kollektorile ja harjadele, põhjustades dünamo korratut töötamist.

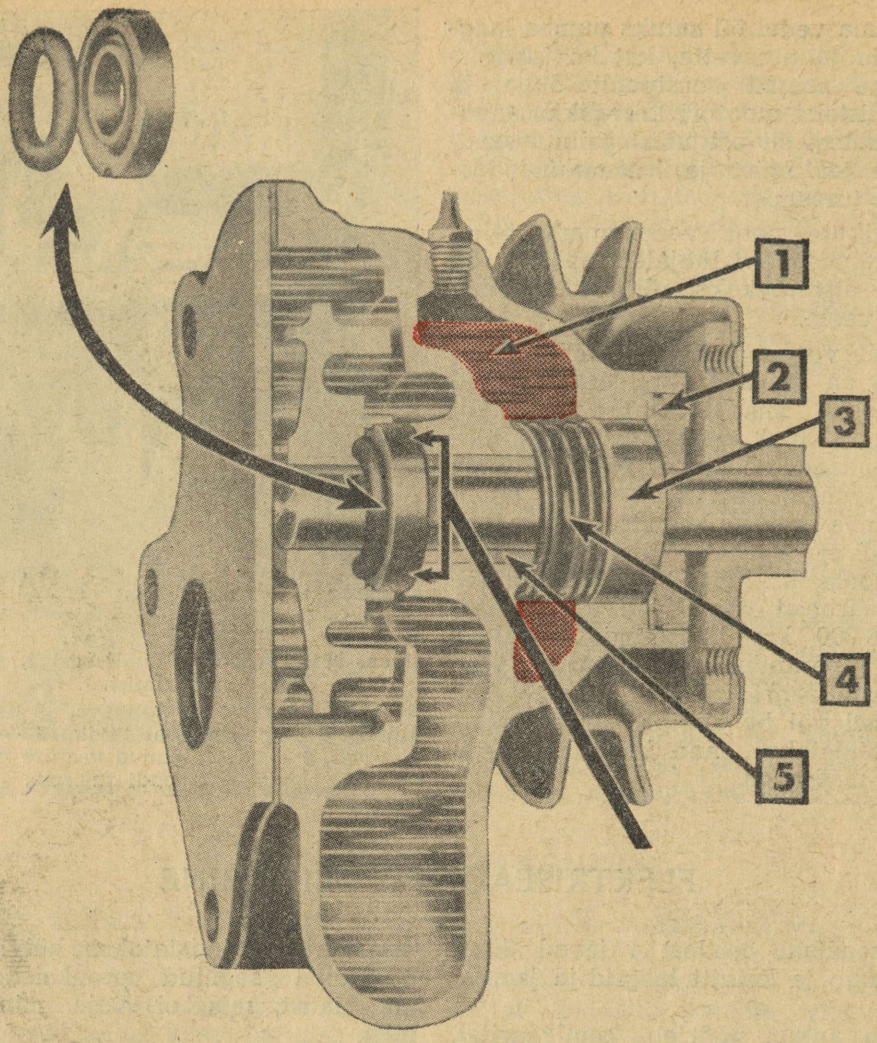
Käiviti ankur pöörleb samuti kas kuullaagritel või sageli pronks-pukslaagritel, sest käiviti ei tööta mitte mootori kogu töötamise vältel, vaid ainult mootori käivitamisel, seega vaid harva ja lühikest aega.

Need laagrid vajavad ka aeg-ajalt õlitamist (joon. 964). Kasutatakse sama õli, mis dünamo laagrite õlitamisekski. Viimasel ajal valmistatakse käiviti laagrid grafiidiga segatud pronksist, see on materjalist, mis ei vaja mingit õlitamist.

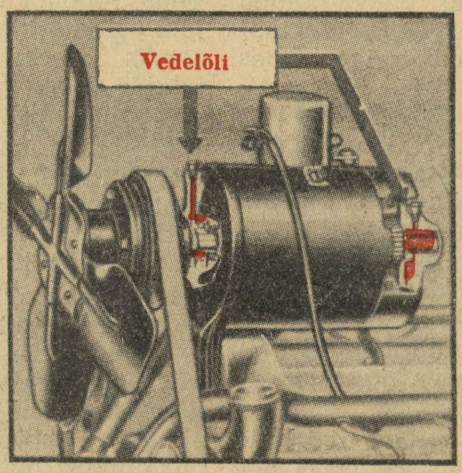
Jagajakarbis vajab õlitamist katkestaja-haamer, kohas, kus see õõtsub oma teljel (joon. 965). Õlitada kord nädalas vedela õliga, tilgutades katkestaja-haamri teljele väikese tilgakese õli. Hoida, et õli ei satuks liigsest õlitamisest katkestuskontaktide vahele, mis võib põhjustada korratut süütamist.

Et vältida katkestaja-haamri nuki kiiret kulumist hõõrdumisest vastu katkestusmuhvi, on otstarbekas määrida katkestusmuhvi külgi näpuotsaga, millele on pandud tilk vedelat õli või vaseliini.

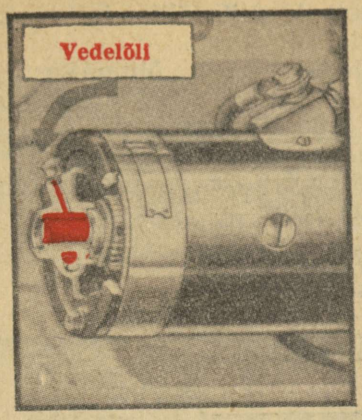
Katkestajavõlli õlitamiseks on jagajakarp varustatud kas määrdetoosiga (joon. 966), millesse asetatakse määrdeainet, või õlinipliga (joon. 967), mille kaudu tilgutatakse õli õlikannust. Ka seda kohta ei tohi õlitamisega jätta hooletusse, sest puudulikust õlitamisest kulub katkestajavõll oma laagris, hakkab logisema, mille



Joon. 962. Veepump vedelõliga ja isetiheneva tihendiga.
1 — õli, 2 — tihend, 3 — kuullaager, 4 — vedru, 5 — pukslaager.



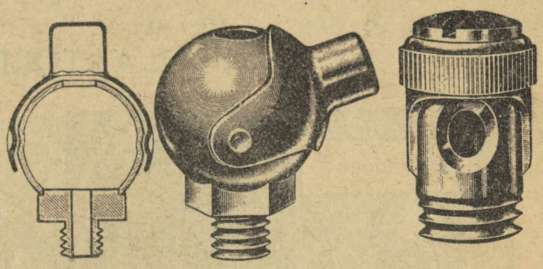
Joon. 963. Dünamo laagrid vajavad õlitamist.

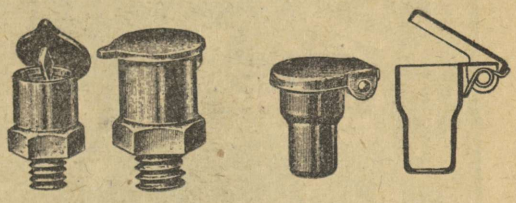


Joon. 964. Käiviti laager vajab õlitamist.

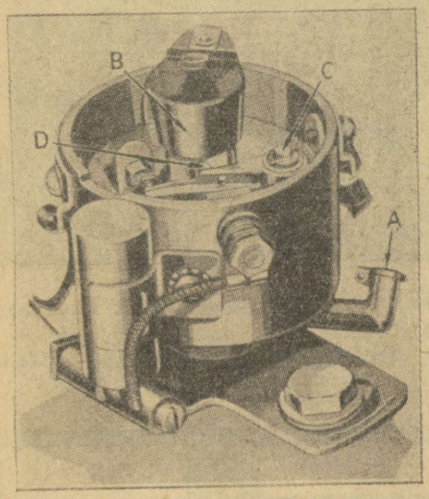
tagajärjel mootori silindrites ei toimu süütamine ühtlaselt õigeaegselt, mis tingib kütusekulu suurenemist.

Ka tsentrifugaal-regulaator, mis asetseb jagajakarbis (joon. 968), vajab järjekindlat õlitamist 5000—8000 km järel. Siin kasutada tilk vedelat õli.

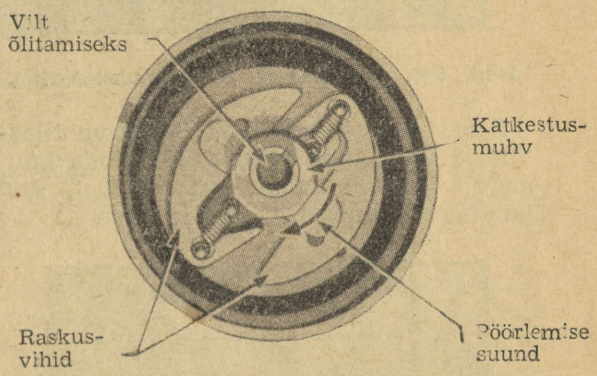




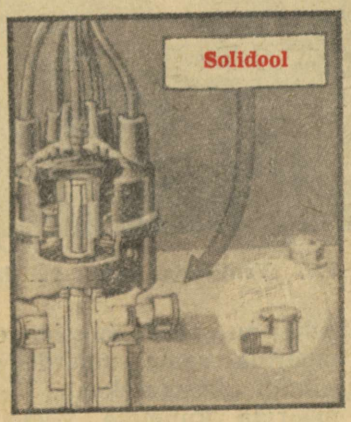
Joon. 967. Õliniplite tüübid.



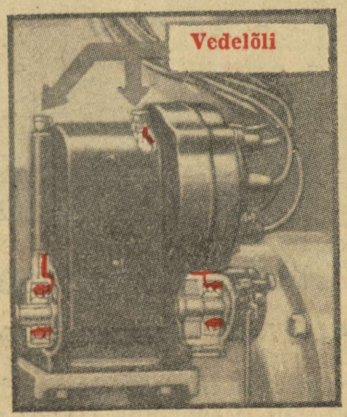
Joon. 965. Jagajakarbi õlitamine.
A — katkestajavõlli õlitamise toru, C — katkestaja-haamri telg, D — katkestusmuhv.



Joon. 968. Tsentrifugaal-regulaatori õlitamine.



Joon. 966. Määrdetoos jagajakarbil.



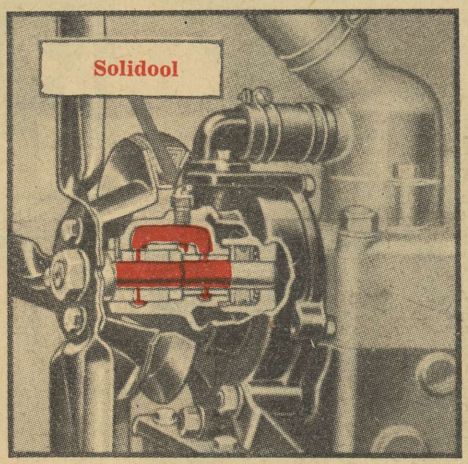
Joon. 969. Magneeto laagrite õlitamine.

Magneetode õlitamine

Magneetoankur pöörleb kuullaagritel ja jagajavõll pronks-pukslaagril (joon. 969); ka need vajavad aeg-ajalt õlitamist. Magneeto õlitamiseks on küllalt paarist tilgast vedelast õlist, mis tilgutatakse magneeto laagrite õlitamiseks ettenähtud õliavadesse.

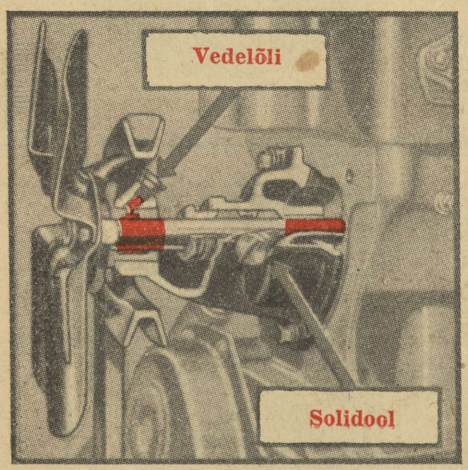
Hoiduda liigsest õlitamisest, millest õli võib sattuda katkestuskontaktidele, kollektorile või jagaja söele, mis takistaks magneeto korralikku töötamist. Küllaldane on õlitada magneetot umbes iga 1500 km järel.

VENTILAATORITE ÕLITAMINE



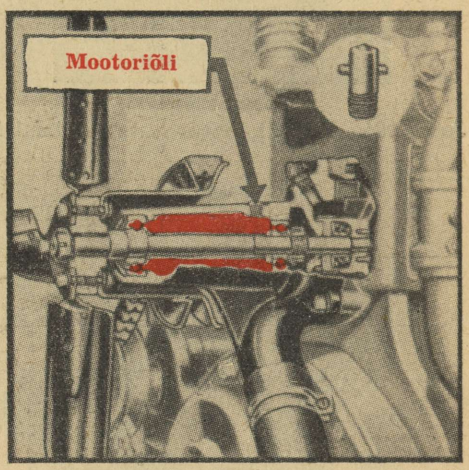
Joon. 970. Ventilaator pronks-pukslaagritel.

Sama nipli kaudu määritakse ventilaatori ja veepumba laagrid. Kasutada kuumale veele vastupidavat määret, sest jahutusvesi puutub kokku määrdega.

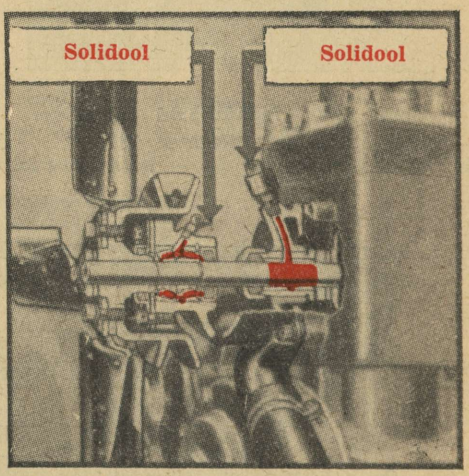


Joon. 971. Ventilaator pronks-pukslaagritel.

Ventilaatori õlitamiseks kasutada vedelat mootoriõli. Veepumba laager määrida kuumale veele vastupidava määrdega.



Joon. 972. Ventilaator kahel kuullaagril.
Määrimise ajaks kork välja keerata ja asendada see määrdenipliga. Kasutada sama õli, mis ajamites.



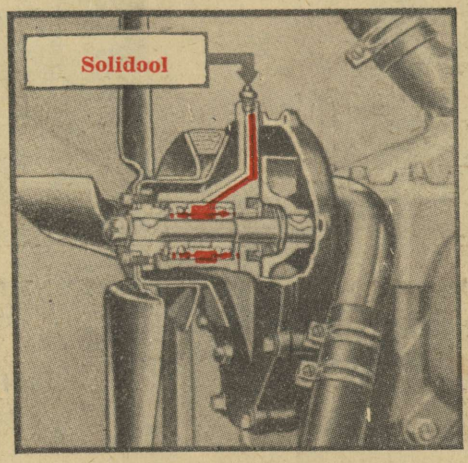
Joon. 973. Ventilaator kahel rull-laagril.

Veepumbal on pronks-pukslaager. Rull-laager määrida sama määrdega, mida rattalaagritelgi kasutatakse. Veepumba laager määrida kuumale veele vastupidava määrdega.

ÄRGU UNUSTATAGU ÕLITAMAST JÄRGMISI KOHTI

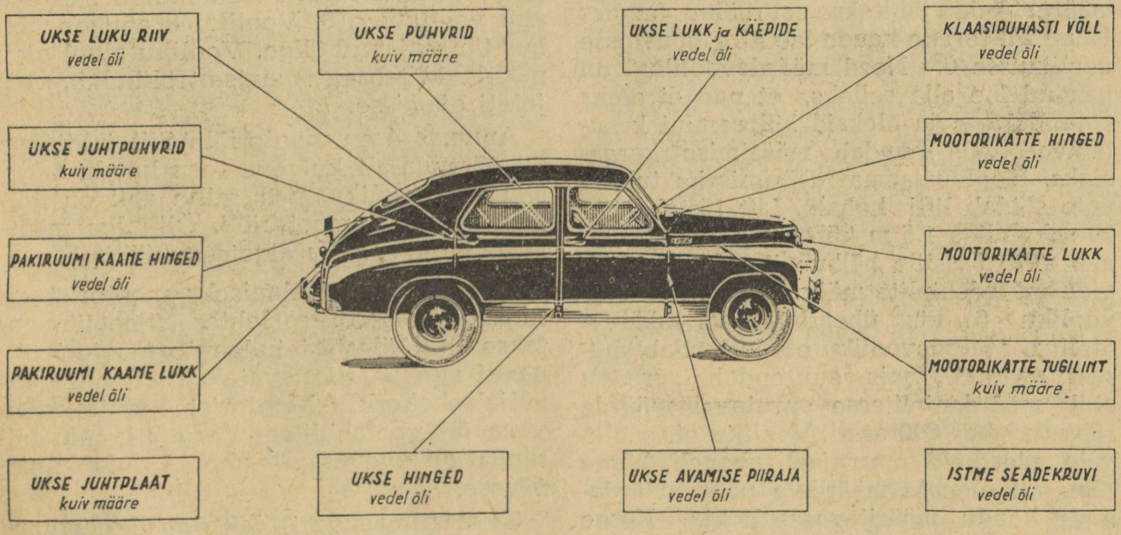
Auto eest hoolitsemise hulka kuulub ka uksehingede, ukselukkude, mootorikatte hingede, klaasipuhasti, aknatõsteseadise jne. õlitamine. Selleks võib kasutada tavalist vedelat õmblusmasinaõli, tilgutades seda õlikannust õlitatavale kohale. Seda peab tehtama vähemalt 2—3 korda kuus. Enne õlitamist tuleb õlitatavad kohad hästi puhastada lapiga, et koos uue õliga mitte viia tolmuterakesi hõõrduvate pindade vahele.

Ka karburaatori hoovastiku liigendeid (joon. 976) ei tohi unustada õlitamast. Siin samuti võib kasutada õmblusmasina-



Joon. 974. Ventilaator kahel kahe kuulireaga laagril.

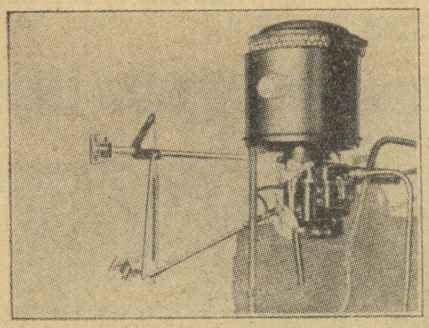
Määre suruda määrdepritsiga laagriteni läbi määrdenipli. Kasutada sama määret, mis rattalaagritelgi. Veepump on isetihenev ning ei vaja määrimist.



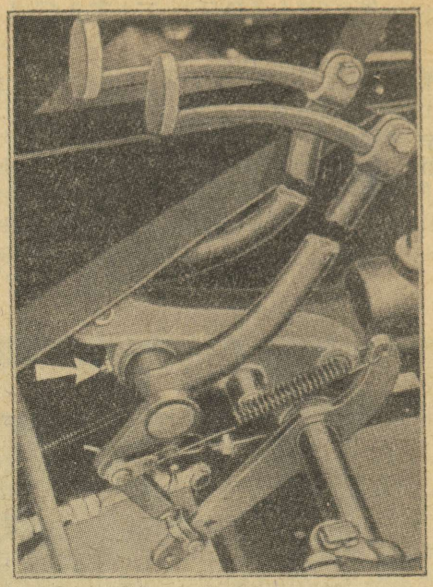
Joon. 975. Kohad, mida ei tohi unustada õlitamisel.

õli või veel parem vedelat mootoriõli, sest karburaatori liigendid asetsevad kuuma mootori lähedal.

Vedelat mootoriõli võib kasutada ka pidurihoobade ja muude hoobade liigendite õlitamiseks (joon. 977).



Joon. 976. Karburaatori liigendid vajavad ka õli.



Joon. 977. Määrdenippel piduripedaali määrimiseks.

AUTODE HOOLDUSJAAM

Joonisel 978 näeme eeskujulikku autode hooldusjaama. Siin kasutatakse mitmesuguseid mehaanilisi ja suruõhu abil töötavaid määrimisabinõusid, mis muudavad autode eest hoolitsemise ja nende määrimise täiuslikuks ja kiireks. Nagu joonisel nähtub, asetsevad seina ääres kolm õlianumat 2, 3, 4. Anumas 2 on šassiimäärde; seda juhitakse suruõhu (umbes 12 at) all torude kaudu lae all rippuvaisse voolikuisse 6. Need määrdevoolikud on pandud lae alla selleks, et nad ei oleks põrandal ees ja oleksid hõlpsamini kasutatavad, mis muudab määrimise kergemaks. Hooldusjaama määrimiseks tulnud auto sõidab lifti kohale. Lift tõstab auto 20 sekundiga 1,5 m kõrgusele. Nüüd avaneb auto šassiile hõlbus juurdepääs kõikide määrdeniplite määrimiseks. Määrdevooliku 6 ots ühendatakse määrdenipliga. Määrdevooliku ots kujundab enesest aparaati, mis suurendab suruõhu abil määrdeniplitesse surutava määrde rõhku umbes 600 at-ni. Vooliku otsal olevale pidemele surumisel avaneb kõrge rõhu all olevale määrdele pääs määrdenipli kaudu määritavasse kohta. Kõrge rõhu tõttu on kindlustatud määrde pääs kogu määritavale pinnale. Selle aparaadi abil on võimalik juhtida määret määrdeniplisse kas üksiklaskudena või sagelaskudena. Sagelaskudena annab see aparaat kuni 400 lasku minutis. Näiteks ühe vedrupoldi määrimiseks on küllaldane 3—5 lasust.

Anumas 3 on ajamiõli. Siit juhitakse õli põranda alt kulgeva toru kaudu suruõhu abil voolikusse 8. Vooliku 8 abil on hõlbus täita ajamid õliga. Vooliku algul olev mõõtja näitab automaatselt õlihulka, mis juhiti ajamisse.

Anumas 4 on mootoriõli. Siit juhitakse õli põranda alt kulgeva toru kaudu suruõhu abil voolikusse 9, mille abil on hõlbus uuendada mootoriõli. Õlihulga mõõtmiseks on vooliku algotsas mõõtja.

Vana õli väljalaskmiseks mootorist on liigendtoru 7 küljes lehter. See tõmmatakse liftil ülestõstetud auto mootori õlipanni alla ja siis avatakse õlipanni õliväljalaskekork. Mootorist väljavoolav vana õli voolab liigendtoru 7 kaudu põranda all olevasse vana õli kogumisnõusse.

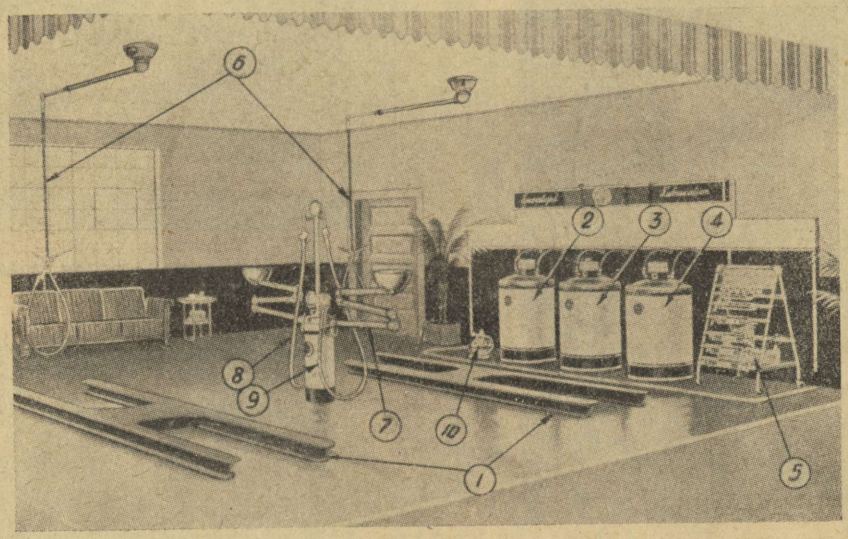
Teist samasugust lehtriga liigendtoru kasutatakse vana õli väljalaskmiseks ajamitest.

Raamistikul 5 asetsevad mitmesugused määrimisabinõud, õlikannud ja pritsid veepumpade, kardaanliigendite, tõukeleevendite jne. määrimiseks ja õliga täitmiseks.

Ajamite puhastamiseks vanast õlist kasutatakse õlisoojendit ja loputusaparaati.

Tähelepanu võib juhtida puhtusele, mis on valitsemas sellises autode hooldusjaamas.

Hooldusjaama töölistel on kasutada tabelid õlitamise ja määrimise ettekirjutustega kõigi autotüüpide kohta. Seega teostub autode eest hoolitsemine neis jaamades vastavalt autotehaste nõuetele.



Joon. 978. Eeskujulik autohooldusjaam.

1 — tõsteliftid, 2 — šassiimäärde nõu, 3 — ajamiõli nõu, 4 — mootoriõli nõu, 5 — määrimisabinõud, 6 — määrimisvoolikud, 7 — seade vana mootoriõli kogumiseks, 8 — ajamiõli voolik, 9 — mootoriõli voolik, 10 — ajamite loputusaparaat.

MÄÄRDE SOBIVUSE PROOVIMINE

Nagu juba eespool nägime, peab määre, mida kasutatakse šassii määrimiseks, püsima määritatavate kohtade vahel, hoolimata hulgalistest tõugetest ja survest, mida määritavad pinnad peavad taluma sõidul tee konarusi mööda. Samuti peab määre olema vastupidav veele, mida rattad sõidu ajal pritsivad määritavatele kohtadele või mis satub sinna auto pesemisel. See ei tohi määritavatest kohtadest koos veega välja valguda.

Kasutatava määrde otstarbekuses veendumiseks on järgmisi hõlpsasti läbiviidavaid proovimisviise.

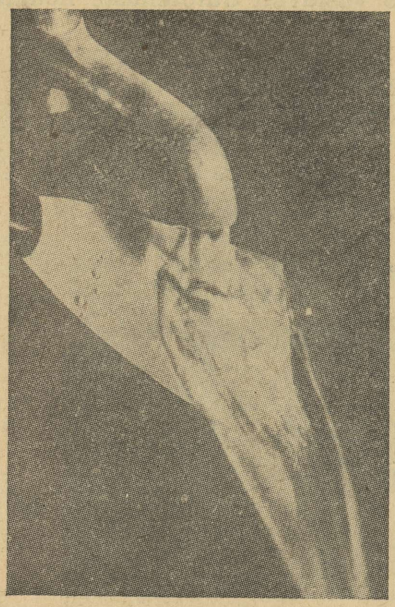
Määrde proovimiseks vastupidavusele veele tuleb määret õhukese kihina määrida mõnele siledale plekiribale, noale või pahtlile ja asetada veekraanist tuleva tugeva veejoa alla (joon. 979). Kui tugev veejuga ei suuda määrdekihti plekiribalt ära uhtuda, püsib see kindlasti määritavas kohaski veele vastupidavalt.

Määrde vastupidavust löökidele tõestab järgmine proov. Asetatakse veidi määret rauatükile ning antakse sellele järsk löök vasaraga (joon. 980). Kui määre löögi tagajärjel ei pritsi laiali, vaid kleepub ka haamri külge, siis ta on sobiv ka šassii määrimiskohtade määrimiseks, sest määre ei survu välja määritavate pindade vahelt löökide ja surve mõjul.

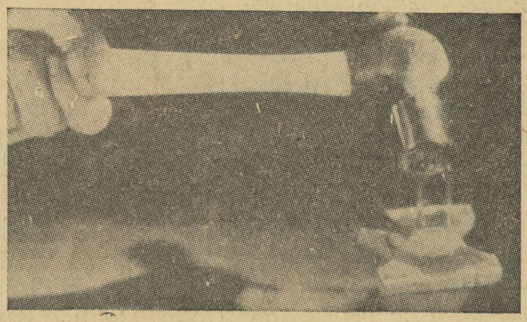
Rattalaagrimääre ei tohi sulada laagrite normaalsel töötamistemperatuuril, sest siis see valguks rattarummust välja ja satuks piduritele, muutes need töötamiskõlbmatuks. Plekk-karbis küünlatulele asetatud rattalaagrimääre (joon. 981) näitab, kas ta on küllalt vastupidav

laagrite normaalsele töötamistemperatuurile või sulab enneaegselt.

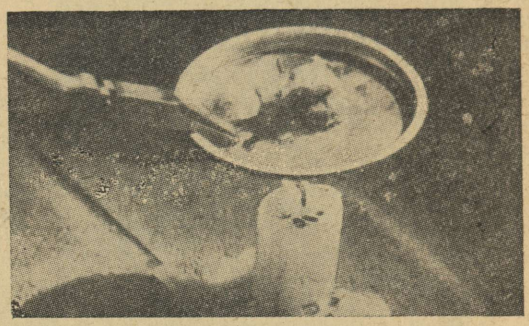
Veepumbamääre peab olema vastupidav mootori jahutusseadmes oleva kuuma vee mõjule; seepärast seda peab proovima kuuma veega. Proovitava määrdega sissemääritud plekiriba asetada kraanist voolava kuuma vee joa alla. Kui kuum vesi ei sulata ega pese plekiribalt määrdekohti, võib olla kindel, et see ka veepumbas püsib kindlalt kohal (joon. 982).



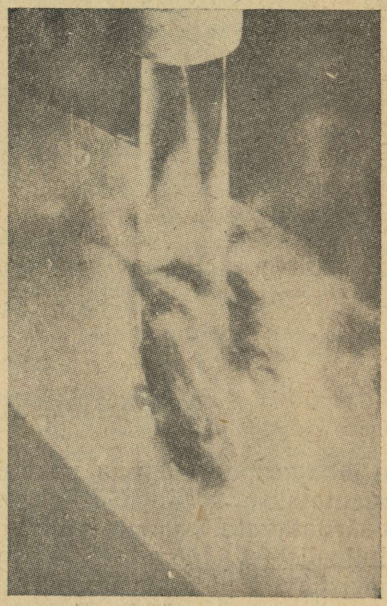
Joon. 979. Vastupidavusproov vee suhtes šassiimäärdega.



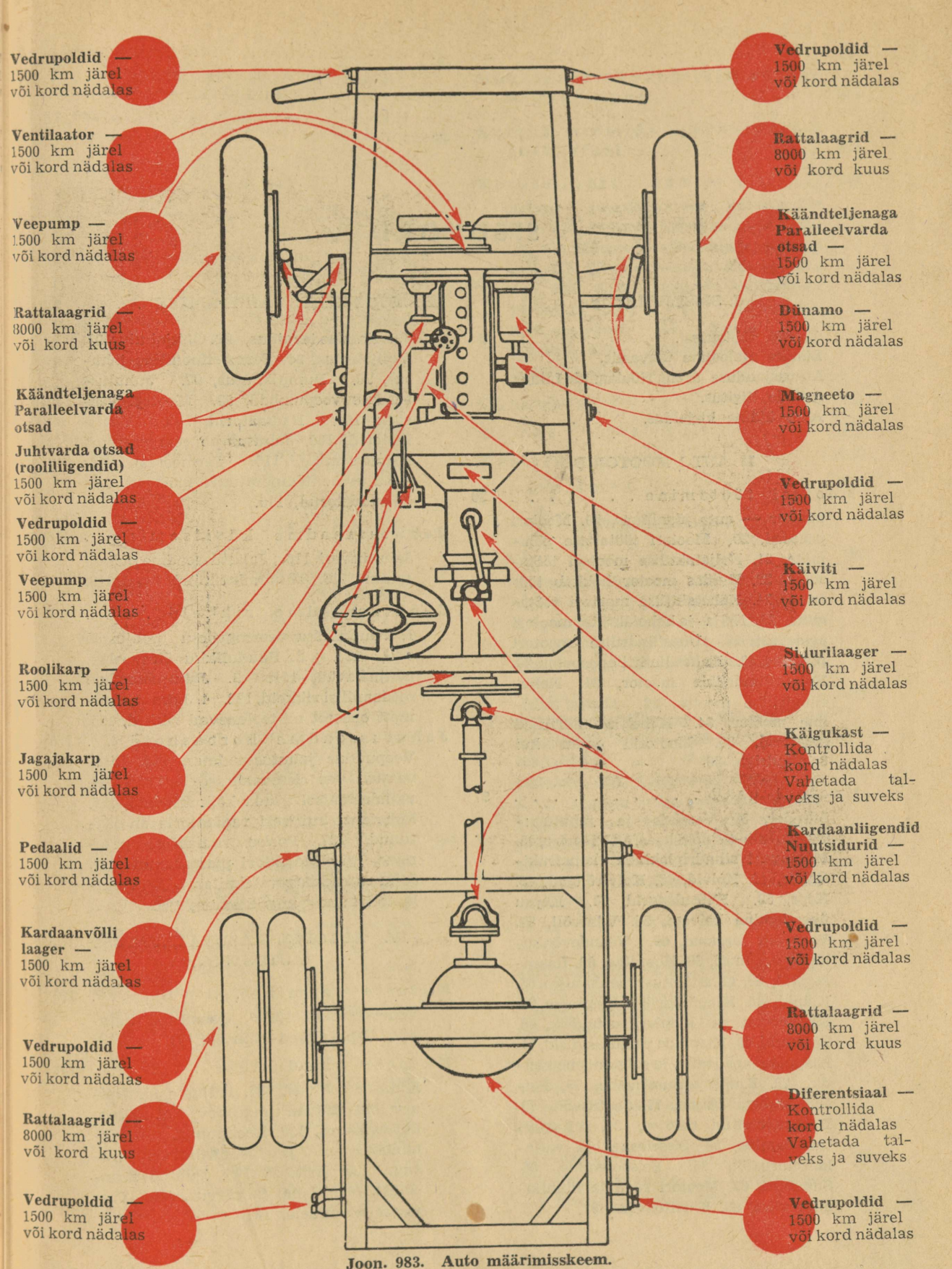
Joon. 980. Külgehaaravusproov šassiimäärdega.



Joon. 981. Vastupidavusproov sulamise suhtes rattalaagrimäärdega.



Joon. 982. Vastupidavusproov kuuma vee suhtes veepumbamäärdega.



Joon. 983. Auto määrimisskeem.

Kui puuduvad tehase ettekirjutused auto õlitamise ja määrimise kohta, siis võib kasutada seda tabelit.

SISUKORD

Lk.

I. SISSEJUHATUS.

Autode tähtsusest. 5
Lühike ajalooline ülevaade.
Autoasjanduse areng Nõukogude Liidus.
Autode liigitus.
Auto üldine kirjeldus.

II AUTO MOOTORID.

Mootori töötamine 20
Mootor — auto jõuallikas, 20. Mootori peaosad, 20. Mootori töötamise põhimõte, 21. Neljataktilise mootori töötamine, 22. Kuidas mootor hakkab töötama, 24. Kahetaktilise mootori töötamine, 24. Nelja- ja kahetaktilise mootori erinevusi, 27. Ühesilindrilise mootori puudusi, 28. Kahesilindriline mootor, 29. Kolmesilindriline mootor, 31. Neljasilindriline mootor, 32. Kuuesi indriline mootor, 34. Kaheksasilindrilised mootorid, 35. Mootorid enam kui 8 silindriga, 36.

Mootori osad 37
Silinder, 37. Veesärk ja jahutusribid, 40. Silindriploki kaas, 41. Karter, 42. Mõningaid silindriplokkide konstruktsioone, 43. Kolvid, 43. Kolvirõngad, 49. Keps, 53. Kepsulaagrid, 53. Kepsu ühendamine kolviga, 55. Väntvõll, 57. Väntvõlli tasakaal, 59. Väändevõnkumiste summuti, 60. Hooratas, 62. Raamlaagrid, 63. Gaasijaotuse mehhanism, 65. Klapid, 65. Klapitaldrik ja klapipesa, 67. Klapivedru ja klapivedru-taldrik, 68. Tõukurid, 69. Klappide paigutusviisid, 71. Klappide avanemis- ja sulgumismomendid, 72. Klapi paisumisvahe, 75. Paisumisvaheta klapid, 77. Jaotusvõll, 78. Detsentreeritud mootor, 82. Karteri tuulutamine, 83. Sisselaske- ja väljalasketorustik, 85. Eelsoojendus, 86. Summuti, 87. Mootori raamile kinnitamise viise, 88. Käivitusvänt, 91.

Lk.

III. MOOTORITE JAHUTAMINE 92
Jahutamise tarvidus, 92. Õhkjahutus, 93. Vesijahutus, 95. Termosifooniline jahutus, 96. Pumpjahutus, 97. Jahutusseadme veepumbad, 99. Mootori veesärk, 101. Radiaatorid, 103. Ventilaatorid, 108. Jahutusvee temperatuuri reguleerimine, 110. Termostaat, 111. Jahutusvee temperatuuri mõõtjad, 114. Ühendustorud, 115.

Jahutusseadme käsitsemine . . 116
Jahutusvesi, 116. Jahutusseadme puhastamine, 116. Jahutamine külmal ajal, 118.

Jahutusseadme rikkeid 120
1. Puudulikku veeringvoolu põhjustavad, 120. 2. Puudulikku õhuvoolust põhjustavad, 121. 3. Jahutusseadme mehaanilisi rikkeid, 122. 4. Jahutusseadmest enesest mi.teolenevad rikked, 125.

Jahutusseadme korrashoid . . 126
Veepuudus jahutusseadmes, 126. Ettevaatust vee sissevalamisega, 126. Vee väljalaskmisel avada kõik kraanid, 127. Mis teha, kui vesi radiaatoris on jäätunud, 127. Porise radiaatori pesemine, 127. Radiaatori parandamine, 127. Jahutusseadme roostekaitsest, 128. Ventilaatoririhma pinguldamine, 128.

IV. AUTODEL KASUTATAVATEST KÜTUSTEST.

Kütuste saamine 129
Vedelkütused, 129. Gaasilised kütused, 130. Tahked kütused, 131.

Kütuste omadustest 131
Kütuste sobivus, 131. Kütuste oktaaniarv, 132. Kütuse tunnusarv, 133. Kütuse küteväärtus, 135. Leekpunkt, süttimistemperatuur ja isesüttimistemperatuur, 135. Erikaal, 135. Puhtus lisanditest, 136. Lõhn ja värvus, 136. Vastavus normidele, 137.

Lk.

V. KARBURAATORID JA TOITESEADELDIS

Karburaatori töötamise põhimõte 138

Elementaarkarburaator, 138. Elementaarkarburaatori puudusi, 142.

Elementaarkarburaatori puuduste kõrvaldamise viisid . 143

Lisaõhuklapiga karburaator, 143. Karburaator kütuse pneumaatilise pidurdamisega, 144. Kompenseeriva pihustiga karburaator, 147. Kütuse mehaanilise pidurdamisega karburaator, 148.

Karburaatori töötamise täiustamise seadmed 148

Tühikäigu ja aeglaste pöörete seadmed, 148. Karburaatori käivitusseadmed, 151. Karburaatori segurikastusseadmed, 155. Karburaatorite aktseleratsioonseadmed, 160.

Karburaatorite konstruktiivseid erinevusi 164

Karburaatorite tüübid 169

Kasutatavamad karburaatorid, 169. Karburaator Gaz-AA, 169. Karburaator Gaz M-1, 171. Karburaator MKZ-6, 173. Allavoolu karburaator Zenith, 175. Allavoolu karburaator „Zenith 28 AV", 178. Karburaator Zis-101, 178. Karburaatorid Solex, 179. Karburaator Stromberg, 185. Karburaator Pallas, 186. Karburaator Carter, 187. Karburaator MKZ-L-3, 193. Karburaator Gaz-51, 197.

Karburaatorite rikked ja hooldamine 198

Enne kui süüdistada karburaatorit, 198. Rikked ujukiseadmes, 198. Rikked tühikäiguseadmes, 200. Rikked peapihustiseadmes, 201. Rikked aktseleratsioonpumbaseadmes, 201. Rikked õhupiiramisklapis, 202. Karburaatori korrasoleku tunnused, 202. Karburaatori korratuse tunnused, 203. Karburaatori hooldamine, 204.

Karburaatorite reguleerimine 205

Tühikäiguseadme reguleerimine, 206. Peapihustiseadme reguleerimine, 207. Aktseleratsioonpumbaseadme reguleerimine, 208. Ökonomaiseri reguleerimine, 208. Pihustite kalibreeritud avade kütuse läbilaskevõime kontrollimine, 208. Kütusekulu, 210.

Lk.

Mõningaid näpunäiteid kütuse kokkuhoiuks 211

Kuidas toimida karburaatori süttimisel 211

Kütuse juurdeandmise viise . . 212

Kütuse juurdeandmine isevoolamise teel, 212. Kütuse juurdeandmine rõhu all, 213. Kütuse juurdeandmine vaakumi abil, 213. Kütuse juurdeandmine pumba abil, 215. Kütusepumpade hooldamine, rikked ja kontroll, 217. Elektrilised kütusepumbad, 218. Kütuse kolbpumbad, 219. Kütuse puhastid, 219. Kütusepaagid, 221.

Õhupuhastid 222

Kütuse torustik 222

Käsitsusseadmed 227

Kompressorid 227

VI. JÕUÜLEKANDESEADELDIS.

Sidur 232

Töötamise põhimõte, 232. Ühekettaline sidur, 234. Kahekettaline sidur, 237. Erikonstruktsiooniga sidurid, 239. Sidurite käsitsemine, 241. Sidurite rikked, reguleerimine ja hooldamine, 244.

Käigukast 246

Otstarve ja töötamise põhimõte, 246. Käigukasti ehitus, 248. Käigukasti käsitsemine, 250. Käigulukustid ja kaitsmed, 253. Käigukangi asendid, 258. Käiguvahetuse hõlbustusseadmed, 258. Säästkäik ja vabajooks, 266. Demultiplikaator ja jaotuskast, 269. Käigukastide eritüübid, 271. Käigukasti rikked, hooldamine ja käsitsemine, 272.

Kardaanliigendid ja kardaanvõll 273

Šarniirsed kardaanliigendid, 274. Elastsed kardaanliigendid, 277. Kardaanliigendite asetusviise, 277. Kardaanvõllid, 279.

Peaajam 280

Otstarve ja ehitus, 280. Mõningaid peaajamite konstruktsioone ja reguleerimisviise, 285.

Diferentsiaal 288

Töötamise põhimõte, 288. Diferentsiaalide konstruktsioone, 290.

Lk.

Veoteljed 292

Poolteljed, 292. Õõtsteljed, 295. Eesrattavedu, 297. Jõu ülekanne tagamootorilt, 298. Jõu ülekanne mitmeteljelistel autodel, 299. Elektriline jõu ülekanne, 303.

VII. JUHTIMISSEADMED.

Rooliseade 306

Rooli töötamise põhimõte, 306. Kuidas toimub eesrataste pööramine, 308. Roolijajamid, 309. Sõltumatult õõtsuvate eesrataste juhtimine, 312. Mitmeteljeliste autode juhtimine, 312. Juhtimise abistamisseadmed, 315. Rooliseadme üksikosad, 315. Rooliseadme rikked, hooldamine ja korrashoid, 318.

VIII. PIDURDAMISSEADMED 320

Pidurdamisseadme töötamise põhimõte, 320. Jalgpiduriseadme pidurid, 321. Käsipiduriseadme pidurid, 324. Servopidurid, 327. Pidurdamisjõu ülekandeseadeldised, 331. Pidurdamise abiseadmed, 338. Suruõhupidurid, 345. Piduriseadme üksikosad, 348. Piduriseadme rikked, hooldamine ja korrashoid, 350.

IX. AUTO ŠASSII.

Raam 352

Eestelg 355

Eestelje ehitus, 355. Eesrataste asendist, 358. Eestelje rikked, korrashoid ja hooldamine, 362.

Tagasild 364

Vedrud 366

Vedrude otstarve, 366. Piki-lehtvedrud, 367. Ristivedrud, 373. Kruvivedrud, 375. Varras- ehk väändevedrud, 375. Kummipneumaatilised vedrud, 376. Vedrude rikked, korrashoid ja töötamine, 376.

Sõltumatud õõtsteljed 377

Amortisaatorid ja stabilisaatorid 384

Rattad 389

Nõuded rataste kohta, 389. Sõiduautode rattad, 390. Veoauto rattad, 392.

Rehvid 398

Massiivkummirehvid, 398. Õhukummirehvid, 399. Õhuvoolikud, 402. Õhuventiil, 402. Pöiakaitse, 404. Kummirehvide mõõted ja lubatud koormus, 404.

Lk.

Kummirehvide kulumine, rikked ja hooldamine, 406.

X. AUTODE ÕLITAMINE JA MÄÄRIMINE.

Autoõlid ja -määrded 421

Õlitamise vajadusest, 421. Õlide päritolu, 423. Õlide omadused, 424. Õlide proovimine, 428.

Mootorite õlitamine 429

Õlitamise otstarve, 429. Õlitamisviisid, 430. Õlirõhuregulaator, 436. Õlipumbad, 438. Õlitamisseadme kontrollabinõud, 442. Õlijahutid, 445. Õlisõelad ja õlifiltrid, 446. Õlitusseadme eest hoolitsemine, 448. Õlimanomeetri osutite jälgimine, 453. Õlikadu ebatihenduste tõttu, 455. Laagrid ja õlisooned, 455. Mootori õlipumpamine, 456. Pealtõlitamine, 458.

Ajamite õlitamine 458

Nõudeid käigukasti, diferentsiaali ja roolikarbi õli kohta, 458. Käigukasti õlitamine, 459. Diferentsiaali õlitamine, 461. Roolikarbi õlitamine, 463.

Sidurite õlitamine 464

Kardaanliigendite õlitamine 465

Šassii määrimine 468

Survemäärimine, 468. Šassiimääre, 469. Vedrupoltide määrimine, 470. Vedrude määrimine, 472. Rooliliigendite ja paralleelvarda otste määrimine, 475. Käändteljenaga määrimine, 475. Õõtstelgede määrimine, 475.

Keskendatud õlitamine 475

Tõukeleevendite õlitamine . . 479

Piduritrosside õlitamine . . . 480

Õliuduga õlitamine 481

Rattalaagrite määrimine 482

Sobiv määre, 482. Eesratta laagrite määrimine, 482. Tagaratta laagrite määrimine, 484.

Veepumpade määrimine 484

Elektriseadiste õlitamine . . . 485

Ventilaatorite õlitamine . . . 488

Ärgu unustatagu õlitamast järgmisi kohti 489

Autode hooldusjaam 490

Määrde sobivuse proovimine . . 491

Määrimise skeem 493

NSVL-i autode tehnilis-iseloomustusandmed.

NSVL-i mõnede autotüüpide tehnilis-iseloomustusandmed

	SÕIDUAUTOD					VEOAUTOD			
ÜLDISED ANDMED:	Gaz M-1	Zis-101	Moskvitš	Pobeda	Zis-110	Gaz-AA	Zis-5	Gaz-51	Zis-150
Istmete arv — kandevõime t.	5	7	4	5	7	1,5	3,0	2,5	3,5
Kere, juhiruum			Neljauksel	ine		Kaheistmeline			Kolmeistmeline
Juhiruum	—	—	—	—	—	2450×1870×500	3080×2080×600	2940×1990×540	3540×2250×600
Telgede vahe mm	2845	3605	2340	2700	3760	3340	3810	3300	4000
Eesrataste vahe mm	1435	1500	1105	1362	1505	1405	1545	1585	1700
Tagarataste vahe mm	1440	1550	1168	1362	1600	1600	1675	1650	1740
Kabariitmõõted mm									
Üldpikkus	4575	5647	3810	4665	6000	5335	6060	5525	6720
Üldlaius	1750	1892	1375	1695	1960	2040	2235	2200	2385
Üldkõrgus	1750	1856	1545	1590	1730	1970	2160	2130	2175
Pöördraadius m	6,35	7,71	5,62	6,00	7,50	7,50	8,60	7,60	9,00
Madalaima koha kõrgus maapinnast mm	210	202	194	200	208	200	270	245	290
Tühikaal, kuid täieliku varustisega kg	1370	2550	830	2350	2425	1810	3100	2700	3900
Täiskaal täieliku varustisega kg	1745	3000	1145	2700	2950	3450	6240	4850	7560
Täiskaalu jaotus kg									
eesratastel	715	1365	545	790	1330	825	1440	1525	2050
tagaratastel	1030	1635	600	910	1620	2625	4800	3325	5510
Saavutatav kiirus km/h	105	115	90	110	140	70	60	70	65
Kütuse kulu $^{1}/_{100}$ km	13,0	20,0	8,0	12,0	23,0	18,50	29,0	22,0	30,0
Kütuse kulu g/HJh	—	—	—	250	270	—	—	280	260
MOOTOR:									
Tüüp — Kütus	Neljataktiline bensiinimootor					Neljataktiline bensiinimootor			
Silindrite arv	4	8	4	4	8	4	6	6	6
Silindri läbimõõt mm	98,43	85,0	67,50	82,00	90,00	98,43	101,60	82,00	101,60
Kolvikäik mm	107,95	127,00	75,0	94,0	118,0	107,95	114,30	110,0	114,30
Silindrite kogumaht l	3,28	5,76	1,10	1,99	6,00	3,28	5,55	3,48	5,55
Võimsus HJ	50	110	23	52	140	42	73	70	90
Pöörete arv minutis maksimaalse võimsuse juures	2800	2800	3400	3600	3600	2600	2300	2800	2700
Maksimaalne pöördemoment kgm	17,00	35,50	5,85	12,50	40,40	15.50	28,50	21,50	30,50
Pöörete arv minutis maksimaalse pöördemomendi juures	1500	1200	—	1000	2000	1300	1200	1600	1200
Surveaste	4,6	5,5	6,00	6,50	6,85	4,22	4,70	6,50	6,00
Tööjärjekord	1—2—4—3	1—6—2—5—8—3—7—4	1—2—4—3	1—[illegible]—4—3	1—6—2—5—8—3—7—4	1—2—4—3	1—5—3—6—2—4	1—5—3	6—2—4
Õlimahutavus karteris l	4,7	12,0	—	4,7	5,0	4,7	7,0	8,0	7,5
Kütusepaagi maht l	60,0	80,0	31,0	60,0	82,0	40,0	60,0	100,0	150,0
Karburaator	ülesvoolu kompenseeriva pihustiga	ülesvoolu lisaõhuklapiga		allavoolu aktselerats.pumbaga ja ökonomaiseriga	allavoolu kaksikkarburaator	ülesvoolu kompenseeriva pihustiga	ülesvoolu kompenseeriva pihustiga	allavoolu pneumaatilise regulaatoriga	ülesvoolu pneumaatilise regulaatoriga
Süüteküünlad	M 20/20	M 15/15		M 12/18	10 mm	M 20/20	M 20/20	M 12/18	14 mm
JÕU ÜLEKANDE SEADELDIS:									
Sidur	ühekettaline	kahekettaline	ühekettaline	ühekettaline tsentrif.-j. abiseadmega	ühekettaline tsentrif.-j. abiseadmega	ühekettaline	kahekettaline	ühekettaline tsentrifug.-j. abiseadmega	kahekettaline
Käigukast	kolmekäiguline, sidestusmuhviga	kolmekäiguline, sünkroniseeritud	kolmekäiguline, sünkroniseeritud	kolmekäiguline, sidestusmuhviga	kolmekäiguline, sünkroniseeritud	neljakäiguline	neljakäiguline	neljakäiguline	viiekäiguline
Kardaanülekanne	üks võll kahe kardaanliigendiga, teleskooptoru	üks võll kahe kardaanliigendiga	üks võll kahe kardaanliigendiga	üks võll kahe kardaanliigendiga	kaks võlli kolme kardaanliigendiga	kaks võlli kolme kardaanliigendiga, tõuketoru	üks võll kahe kardaanliigendiga	kaks võlli kolme kardaanliigendiga	üks võll kahe kardaanliigendiga
Peaajami ülekandearv	4,44	4,45	5,15	4,890	4,360	7,50	6,41	6,067	7,630
Poolteljed	poolkoormatud	koormatud		3/4 koormata	poolkoormatud	poolkoormatud	koormamata	koormamata	koormamata
JUHTIMISSEADELDIS:									
Rooliseade, tüüp	tigu-kaksikrull	tigu-kaksikrull	tigu kolmehambuline sektor	tigu-kaksikrull	tigu-kaksikrull	tigu-kaksikrull	tigu-hoob	tigu-kaksikrull	tigu-kolmikrull
Rooliajami ülekandearv	16,60	18,83	15,00	16,60	20,50	13,00	15,90	20,50	23,50
Jalgpidur	nelja ratta mehaanil. klotspidur	nelja ratta mehaanil. klotspidur servoabiseadmega	nelja ratta hüdraul. klotspidur	nelja ratta hüdraul. klotspidur	nelja ratta hüdraul. klotspidur	nelja ratta mehaanil. klotspidur	nelja ratta mehaanil. klotspidur	nelja ratta hüdraul. klotspidur	nelja ratta pneumaatil. klotspidur
Käsipidur	tagaratastel	tagaratastel	tagaratastel	tagaratastel	tagaratastel	tagaratastel	tagaratastel	kardaanvõllil	kardaanvõllil
VEOSEADELDIS:									
Rehvid, mõõt	7,00×16	7,50×17	4,50×16	6,00×16	7,50×16	6,00×20	34×7	7,50×20	9,00×20
Õhurõhk rehvides atü									
eesratastel	1,5	2,0	1,5	2,0	2,3	2,8	5,0	3,0	3,5
tagaratastel	1,5	2,25	1,7	2,0	2,6	3,0	5,5	3,5	4,0
VEDRUD:									
eesteljel	poolellipt. ristivedru	poolellipt. pikivedru	kruvivedrud	kruvivedrud	kruvivedrud	poolellipt. ristivedru	poolelliptiline pikivedru	poolelliptilised pikivedrud	poolelliptiline pikivedru
tagateljel	poolellipt. pikivedru	poolellipt. pikivedru	poolellipt. pikivedru	poolellipt. pikivedrud	poolellipt. pikivedrud	kantiliever-vedru	poolellipt. pikivedru abivedruga	poolelliptilised pikivedrud abivedruga	poolelliptiline pikivedru abivedruga
Amortisaatorid	tagavararatastel ühepoolse mõjuga	ees- ja tagaratastel mõlemapoolse mõjuga automaatse regulaatoriga	ees- ja tagaratastel mõlemapoolse mõjuga	ees- ja tagaratastel mõlemapoolse mõjuga	ees- ja tagaratastel mõlemapoolse mõjuga				
Veojõu üleandmine	vedrude kaudu, teleskooptoru	vedrude kaudu	vedrude kaudu	vedrude kaudu	vedrude kaudu	tõuketoru kaudu	vedrude kaudu	vedrude kaudu	vedrude kaudu
ELEKTRISEADE:									
Pinge	6	12	6	12	6	6	6	12	12

Vastutav toimetaja J. Ivand.

Keeleline toimetaja K. Vainula.

Ladumisele antud 6. X 1948. Trükkimisele antud 26. IV 1949. Trükiarv 5000. Paber 56×79,1/8. Trükipoognaid 62+1 lisa. Arvutuspoognaid 64. Trükitähti trükipoognas 41 280. MB-03369. Trükikoda „Kommunist", Tallinn, Pikk tn. 2, Tellimise nr. 4490.

На эстонском языке.

А. Тальвисте. Автомобили. I часть.

Trükivigu

	On trükitud	Peab olema
Lk. 69, veerg 2, rida 13 ülalt . . .	Kin-10	Kim-10
Lk. 134, veerg 2, rida 22 ülalt . . .	100°C	160°C
Lk. 134, veerg 2, rida 23 alt . . .	150	150—220°C
Lk. 324, veerg 1, rida 4 ülalt . . .	Pöörakul	Pöörakeel
Lk. 422, veerg 1, rida 6 alt . . .	ükisosade	üksikosade

Trükivead lk. 69, 324 ja 422 on tekkinud trükikoja ja vead lk. 134 autori süü läbi.

Vastutav toimetaja J. Ivand.

Keeleline toimetaja K. Vainula.

Ladumisele antud 6. X 1948. Trükkimisele antud 26. IV 1949. Trükiarv 5000. Paber 56×79,1/8. Trükipoognaid 62+1 lisa. Arvutuspoognaid 64. Trükitähti trükipoognas 41 280. MB-03369. Trükikoda „Kommunist", Tallinn, Pikk tn. 2, Tellimise nr. 4490.

На эстонском языке.

А. Тальвисте. Автомобили. I часть.