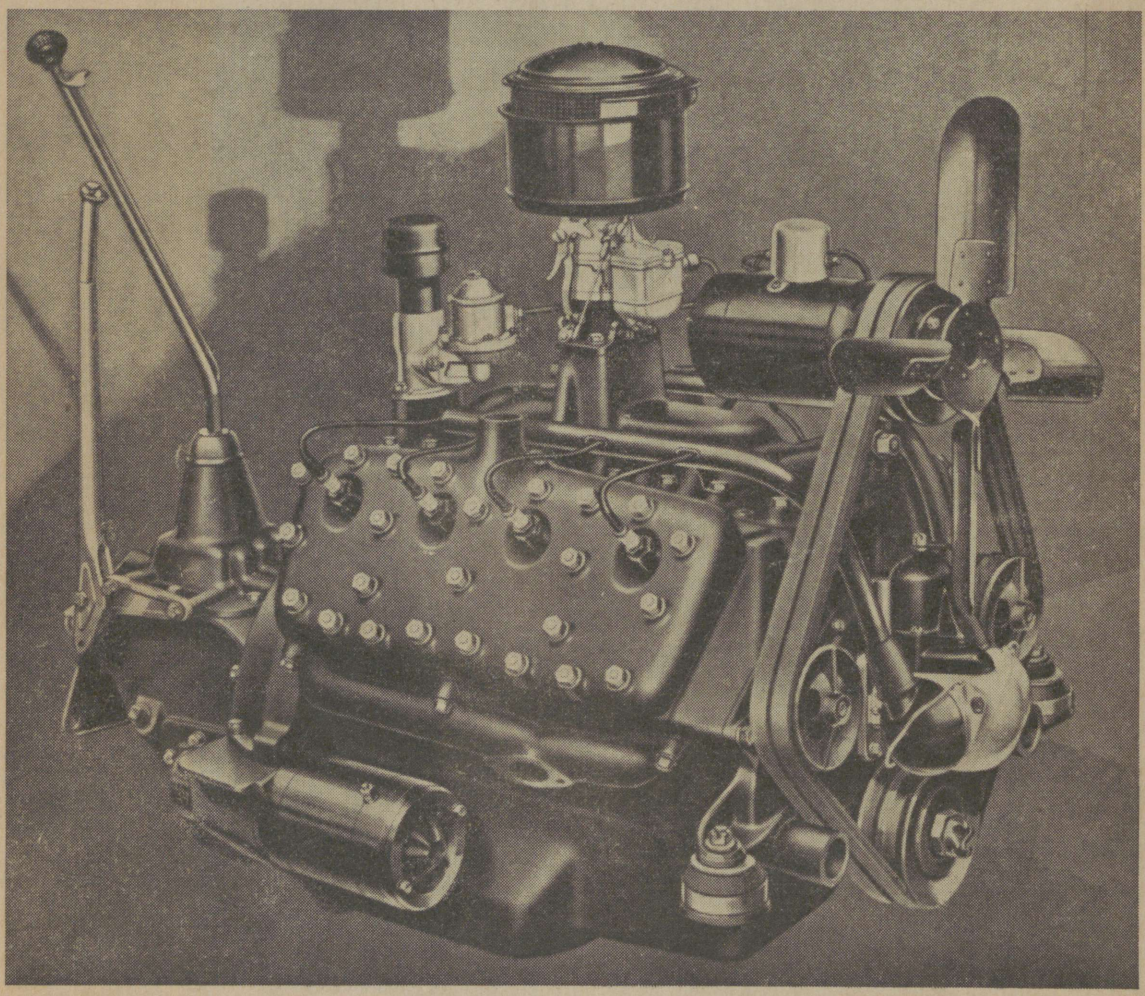
34

INSENER
ARVO TALVISTE

AUTOMOOTORID

NENDE TÖÖTAMINE, OSAD, JAHUTAMINE, KORRASHOIDMINE JA RIKETE KÕRVALDAMINE



RK PEDAGOOGILINE KIRJANDUS
TALLINN

TARTU ÜLIKOOL
Teor. ja tehn. füüsika
laboratoorium

Inv. № ~~545.~~ 34.

Form. 26 № 153.

B-969 III

INSENER
ARVO TALVISTE

AUTOMOOTORID

NENDE TÖÖTAMINE, OSAD, JAHUTAMINE, KORRASHOIDMINE JA RIKETE KÕRVALDAMINE

II, TÄIENDATUD TRÜKK

RK
PEDAGOOGILINE KIRJANDUS
TALLINNAS 1941

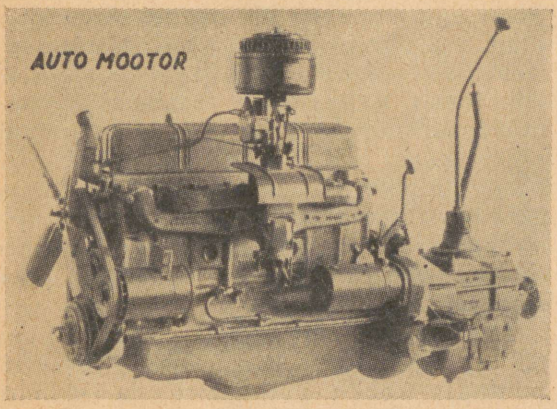
2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
127799

Mootori töötamine ja ta osad.

MOOTORI TÖÖTAMINE.

Mootor — auto jõuallikas.

Autode edasiliikumiseks kasutatakse jõuallikana peamiselt sisepõlemootoreid. Mootor muudab temasse juhitavas põletises peituva energia mehaaniliseks tööks, mis paneb sõiduki edasi liikuma.



Joon. 1.

Automootorites tarvitatakse põletisena bensiini, bensooli, naftat, sütt, koksi, turvast, puitu jne.

Kuna ENSV-s, kus toodetakse bensiini, kasutatakse peamiselt automootoreid, mis töötavad bensiiniga, siis võtame esmajoones vaatluse alla sellise mootori.

Mootori peaosad.

Autode liikumapanemiseks kasutatav bensiinimootor koosneb järgnevatest peaosadest (joon. 2 ja 3):

1) **Silinder** — ruum, kus toimub põletise põlemine.
2) **Kolb** — muudab põlemisel tekkivate gaaside surve mehaaniliseks tööks. Kolb liigub silindris tihedalt.
3) **Keps** — annab kolvi edasi-tagasiliikumise (viipumise) üle väntvõllile.
4) **Väntvõll** — muudab kolvi edasitagasi-liikumise tiirlevaks liikumiseks ning annab selle edasi sõiduki liikumapanemiseks.
5) **Sisselaskeklapp** — avab põlevsegule *(põletise ja õhu segule)* õigel ajal juurdepääsu silindrisse.
6) **Väljalaskeklapp** — võimaldab põletise põlemisel tekkivate põlemisjääkide *(töötanud gaaside e. äragaaside)* väljapääsu silindrist.
7) **Jaotusvõll** — avab ettenähtud momentidel sisselaske- ja väljalaskeklapid.
8) **Karter** — on kogu mootori alustoeks, kannab ka väntvõlli laagreid.
9) **Hooratas** — ühtlustab mootori töötamist.
10) **Karburaator** — valmistab põlevsegu *(bensiini ja õhu segu)*, mis imetakse mootorisse.

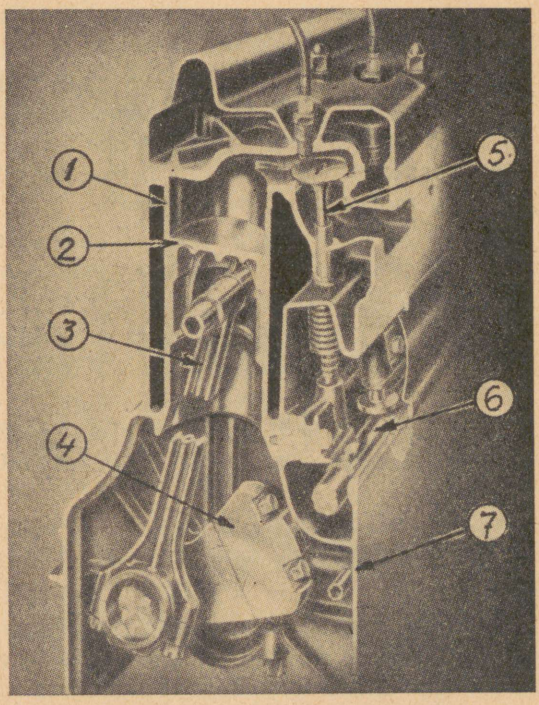
Ülalloetletud mootori osad on peaosad, mida peame tundma mootori töötamise põhimõtte selgitamisel.

Lähemalt käsitleme neid mootori osade tundma õppimisel.

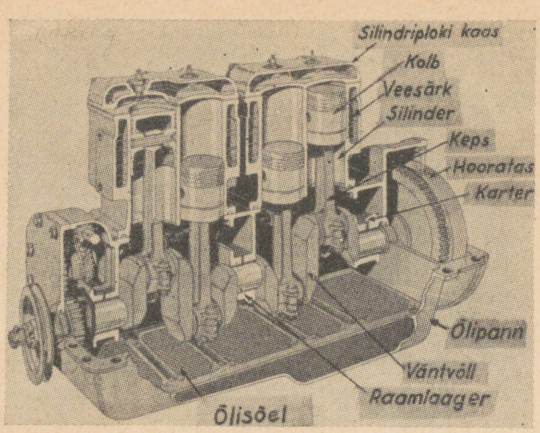
Mootori töötamise põhimõte.

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

Kolvi allaliikumisel imetakse põlevsegu silindrisse ja kolvi järgneval ülesliikumisel surutakse see kokku. Kokkusurutud põlevsegu süüdatakse elektrisädemega. Põledes põlevsegu paisub, mistõttu surve



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



Joon. 3. Mootor pikilõikes.

silindris tõuseb. Tekkinud surve tõukab kolvi alla, andes tööd. Järgneval kolvi ülesliikumisel paisatakse põlemisjäägid silindrist välja. Nagu nägime, peab kolb tegema neli käiku selleks, et üks kord anda tööd. Kolvi seisu oma äärmises ülemises asendis nimetatakse kolvi **ülemiseks surnudpunktiks** ning äärmises alumises asendis **alumiseks surnudpunktiks.** Kolvi liikumist ülemisest surnudpunktist alumise surnudpunktini (ülalt alla), samuti kolvi liikumist alumisest surnudpunktist ülemisse (alt üles) nimetatakse **taktiks** (joon. 4).

Automootoritena kasutatakse suuremalt osalt neljataktilisi mootoreid. Selle all tuleb mõista seda, et mootor vajab ühe põlemisprotsessi läbiviimiseks silindris **nelja takti** ehk nelja kolvikäiku.

I takt — kolb liigub ülalt alla — **imemine** või **sisselase,** põlevsegu juhtimine *(imemine)* silindrisse.

II takt — kolb liigub alt üles — **kokkusurve,** silindris oleva põlevsegu kokkusurumine.

III takt — kolb liigub ülalt alla — **töö,** põlemasüüdatud põlevsegu põlemisgaaside paisumine.

IV takt — kolb liigub alt üles — **väljalase,** põlemisjääkide väljajuhtimine silindrist.

Ka **kahetaktilisi** mootoreid kasutatakse automootorina niisama heade tagajärgedega, kuid mitte sel määral kui neljataktilisi. Kahetaktilise mootori all mõistame mootorit, kus silindris saadakse üks kord tööd kahe takti, s. o. kahe kolvikäiguga.

Neljataktilise mootori töötamine.

Neljataktiliseks mootoriks nimetatakse mootorit, kus üks töökäik on nelja kolvikäigu, s. o. nelja takti hulgas.

I takt — sisselase ehk imemine: Kolb liigub ülalt alla, sisselaskeklapp on avatud (joon. 5).

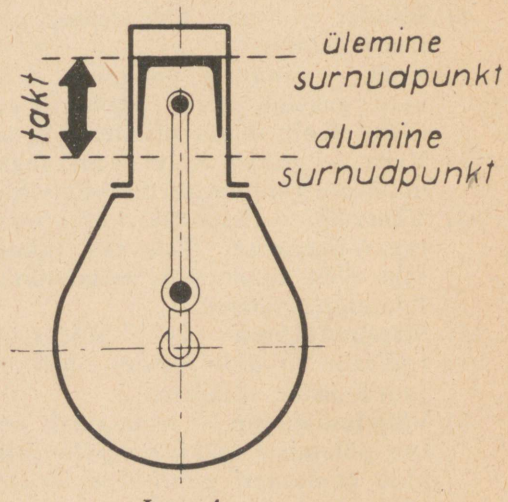
Kolvi allaliikumisest mootori silindris tekkiva hõrenduse tõttu imetakse välisõhku läbi karburaatori, kus see seguneb põletisega *(bensiiniga)* ja muutub põlevseguks. Põlevsegu imetakse läbi avatud sisselaskeklapi ava silindrisse. (Õigemini öeldud: välisõhk valgub silindrisse, kus kolvi allaliikumise tõttu tekkis tühjus.) Kolvi saabumisel alumisse surnudpunkti on silinder täitunud põlevseguga. Nüüd sulgub sisselaskeklapp. Väntvõlli põlv on selle ajaga tiirunud oma äärmisest ülemisest seisust *(ülemisest surnudpunktist)* alumisse äärmisse seisu *(alumisse surnudpunkti),* s. o. on teinud pool ringi ehk 180°.

Imemisel valitseb silindris rõhe 0,8 kuni 0,9 at. Silindrisse saabumisel põlevsegu, puutudes kokku imemistoru ja silindri kuumade seintega ja segunedes silindrisse jäänud küttejääkidega, soojeneb 100 kuni 120° C.

II takt — kokkusurve: Kolb liigub alt üles. Mõlemad klapid on suletud (joon. 6).

Liikudes alt üles kolb surub esimese takti ajal silindrisse imetud põlevsegu kokku, sest mõlemad klapid on suletud, seega põlevsegul pole väljapääsu *(kolb liigub tihedalt silindris).*

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



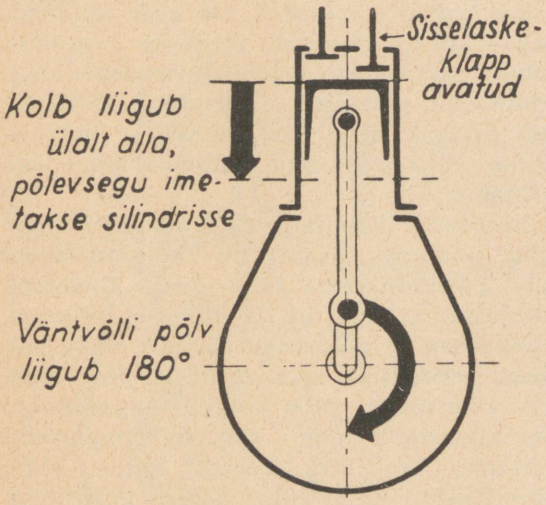
Joon. 4.

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

Kokkusurvetakti vältel põlevsegu surutakse kokku 5- kuni 8-at-se rõhkeni, kusjuures põlevsegu kuumeneb 300 kuni 350° C. See temperatuur sõltub kokkusurve määrast ja silindri seinte temperatuurist.

III takt — töö. Kolb liigub ülalt alla. Mõlemad klapid on suletud (joon. 7).

Surutakti lõpul, kui kolb jõudis ülemisse surnudpunkti ning põlevsegu on kokku surutud, süüdatakse see elektrisädeme läbi. Segu süttib ja põleb kiiresti ära; põlemi-



Joon. 5. Sisselasketakt.

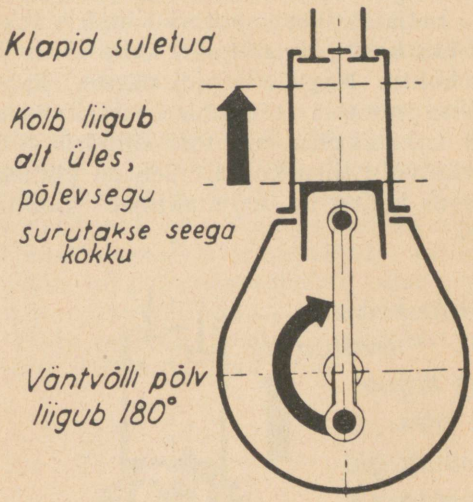
sel tekkivad gaasid paisuvad sooja mõjul ja suruvad tugeva jõuga kolvi alla. Saadud surve kandub kolvilt kepsule ja sealt väntvõlli kaudu auto ratastele nende liikuma panemiseks. Väntvõlli põlv liigub ülemisest seisust alumisse, tehes 180°. Seega väntvõlli põlv on liikunud kolme takti vältel 540° ehk 1½ ringi.

Töötaktil, põlevsegu põlemise lõppemisel tõuseb temperatuur silindris 1800 kuni 2000° C ja rõhe kolvile 20 kuni 25 at.

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

IV takt — väljalase. Kolb liigub alt üles. Väljalaskeklapp on avatud (joon. 8).

Töötakti lõpul, kui kolb on jõudmas alumisse surnudpunkti, avatakse väljalas-

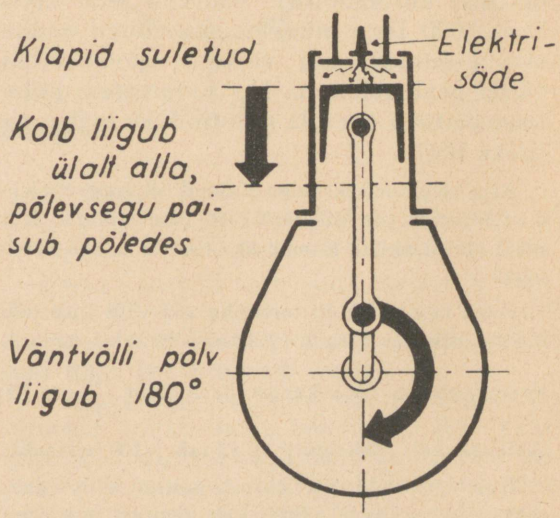


Joon. 6. Surutakt.

keklapp. Põlemisjäägid, mis on silindris kõrgema rõhke all kui välisõhk, paiskuvad silindrist välja välisõhku.

Väljalaskeklapi avamisel paiskuvad silindris paisunud gaasid kiirusega 500—600 m/sek. silindrist välja, kusjuures gaaside rõhe langeb 1,15 at. Väljumisel silindrist on gaaside temp. 600—700° C.

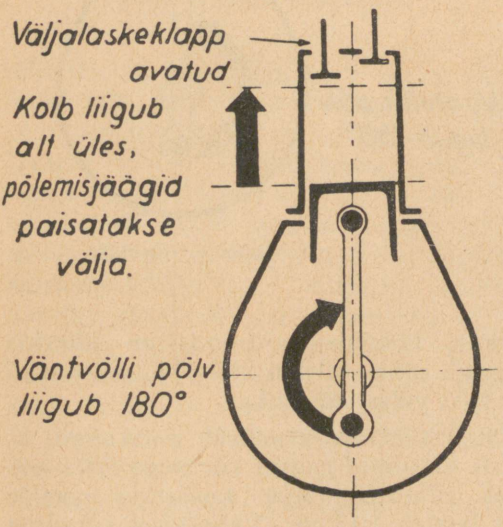
Kolvi ülesliikumisel surutakse veel viimased põlemisjäägi osad silindrist välja,



Joon. 7. Töötakt.

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

Siit selgub neljataktilise mootori tööviis: neljataktilise mootori silindris tekib **tööd üks kord** *(üks töötakt)* **kahe väntvõlli tiiru kohta.** Nagu edaspidi näeme kahetaktilise mootori töötamise selgitamisel, tekib kahetaktilise mootori silindris tööd iga väntvõlli tiiru kohta. See on olulisim erinevus kahe- ja neljataktilise mootori vahel.



Joon. 8. Väljalasketakt.

Kui arvestame seda, et hariliku neljataktilise automootori väntvõll teeb 2000 kuni 3000 tiiru minutis, siis võime endile ette kujutada, kui väikese ajavahemiku vältel peab toimuma üks tööprotsess põletises peituva energia muutmiseks mehaaniliseks tööks.

Asja selgitamiseks olgu toodud alljärgnev näide: Mootori väntvõll teeb 3000 tiiru minutis. Kui pikal ajavahemikul toimub üks takt, s. o. üks kolvikäik?

Kuna mootori kolb teeb ühe väntvõlli tiiru ajal 2 takti, siis see teeb $2 \times 3000 = 6000$ takti minutis.

Et minutis on 60 sekundit, teeb kolb $\frac{60}{6000} = 100$ takti/sekundis ehk iga takt vältab 1/100 sekundit.

Kujutame endile ette kiirust, millega kolb liigub, tehes ühe sekundi vältel 100 liigutust ülemisest surnudpunktist alumisse ja tagasi.

Kuidas mootor hakkab töötama?

Eespool nägime, et mootor peab selleks, et silindris segu põlemisel *(plahvatusel)* tekiks töö, imema segu silindrisse ja selle suruma kokku. Peale paisumistööd paisatakse põlemisjäägid silindrist välja. See kõik toimub mootorites täiesti automaatselt: kõik taktid silindris järgnevad üksteisele automaatselt, tarvilikul ajal.

Seisva mootori käivitamiseks on automootorid varustatud käivitusvändaga, millega saab tiirutada väntvõlli. Käivitusvänt on väntvõlli küljest äravõetav. Mootori käivitamiseks peab sõidukijuht tiirutama väntvõlli käivitusvändaga. Väntvõlli põlv tõmbab kolvi alla, millega põlevsegu imetakse silindrisse *(sisselasketakt e. imitakt)*. Edasisel tiirumisel väntvõlli põlv surub kolvi üles, millega põlevsegu surutakse kokku *(surutakt)*. On kolb jõudnud segu kokkusurumisel ülemisse surnudpunkti, süüdatakse segu elektrisädeme abil. Põlevsegu põlemisel tekib töö *(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 põlevsegu süüdati elektrisädeme poolt liiga vara, mistõttu põlevsegu plahvatussurve andis kolvile tagasilöögi. See tagasilöök pani väntvõlli tagurpidi tiirlema, kusjuures väntvõlli küljes olev käivitusvänt andis juhi käele purustava löögi. Sest vanemaaegsed mootorid polnud veel varustatud automaatsete süütemomendi seadjatega, vaid sõidukijuht 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.

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

Kahetaktilise mootori töötamine.

Kahetaktilise mootori ehitus võimaldab tööprotsessil sooritada kahe takti ehk kahe kolvikäigu vältel. Sellest ka nimetus: kahetaktiline mootor.

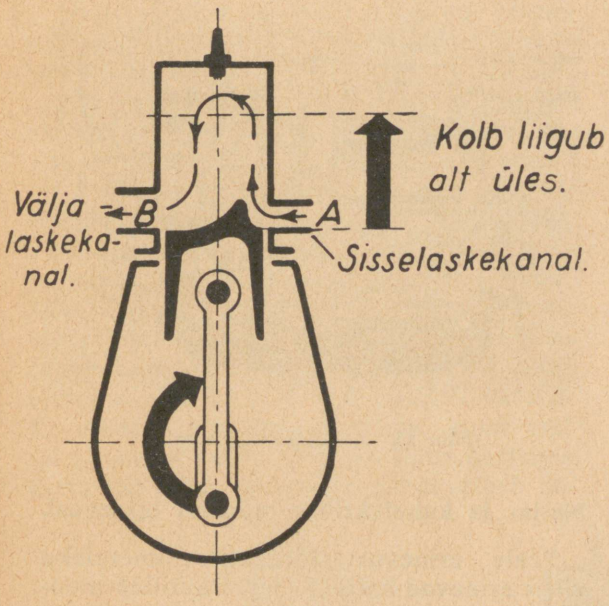
I takt: K o l b l i i g u b a l t ü l e s. Kolvi alumises surnudpunktiseisus on avatud sisselaskekanal A ja väljalaskekanal B (joon. 9).

Põlevsegu s u r u t a k s e läbi sisselaskekanali mootori silindrisse. Kolb, mis on ehitatud erilise nokakujulise deflektoriga (suunajaga), suunab põlevsegu üles. Selliselt ülessuunatult ei pääse segu otseselt vastasseisvast väljalaskekanalist välja, vaid silindri üht poolt pidi üles tungides tõrjub enda eest eelmisel töötaktil tekkinud põlemisjääke silindrist välja.

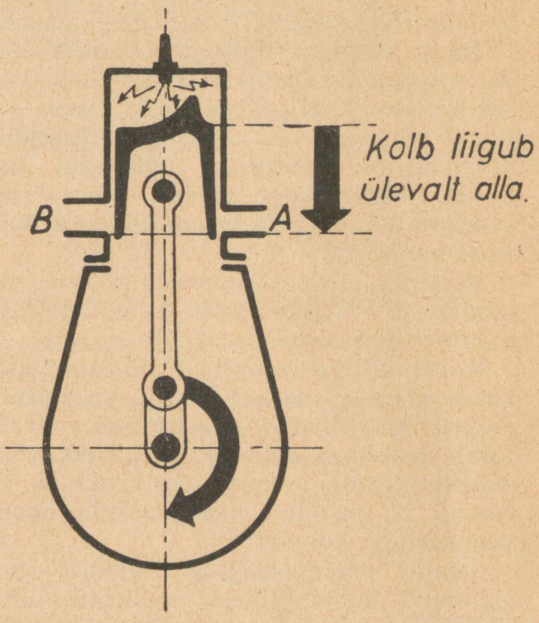
II takt: K o l b l i i g u b ü l a l t a l l a.

Kolvi jõudmisel ülemisse surnudpunkti süüdatakse kokkusurutud segu elektrisädeme abil. Põlemisel paisuvad gaasid suruvad kolvi alla, andes tööd (joon. 10). Niipea kui kolvi allaliikumisel ta vasakpoolne serv möödub väljalaskekanali ülemisest servast, hakkavad põlemisjäägid, mis on kõrgema rõhkega kui välisõhk, silindrist välja pääsema. Kolvi edasisel allaliikumisel avaneb hetk hiljem ka sisselaskekanal ja algab uue põlevsegu surumine silindrisse. Kolvi jõudmisel alumisse surnudpunkti on mõlemad kanalid avatud: väljalaskekanal põlemisjääkide väljalaskmiseks ning sisselaskekanal uue põlevsegu sisselaskmiseks.

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



Joon. 9.



Joon. 10.

Kahetaktilise mootori töötamine.

Kolvi ülesliikumisel sulgub esmalt sisselaskekanal A ja veidi hiljem väljalaskekanal B. Sellest hetkest peale algab silindrisse juhitud segu kokkusurumine, mis kestab kuni kolvi jõudmiseni ülemisse surnudpunkti.

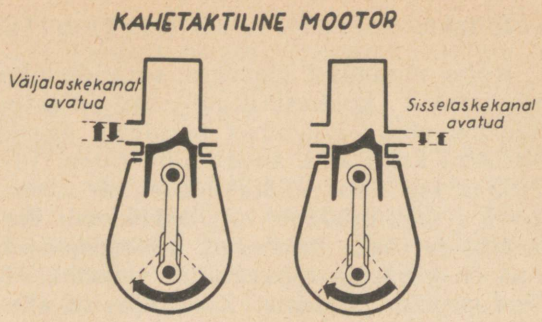
Nagu nägime, toimub kahetaktilisel mootoril esimese takti vältel *(kolvi liikumisel alt üles):*

1) põlevsegu sisselaske lõpposa,
2) põlemisjääkide väljalaske lõpposa ja
3) põlevsegu kokkusurumine.

1) segu põlemine — t ö ö,
2) põlemisjääkide väljalase osaliselt ja
3) uue põlevsegu sisselase, ka osaliselt.

Kuna väntvõll teeb kahe takti ehk kahe kolvikäigu vältel ühe tiiru (360°), siis kahetaktiline mootor **annab meile tööd üks kord iga väntvõlli tiiruga.**

Välja minnes sellest, et neljataktiline mootor annab meile kord tööd iga kahe väntvõlli tiiruga, kahetaktiline mootor iga väntvõlli tiiruga, siis peaks kahetaktilise mootori võimsus olema kaks korda suurem kui neljataktilise mootori võimsus,



Joon. 11.

sest seal tekib tööd segu põlemisel, s. o. plahvatuslöökide näol, kaks korda enam sama aja vältel või sama tiirudearvuga, muidugi oletusel, et mõlemad mootorid on ühemõõtmelised.

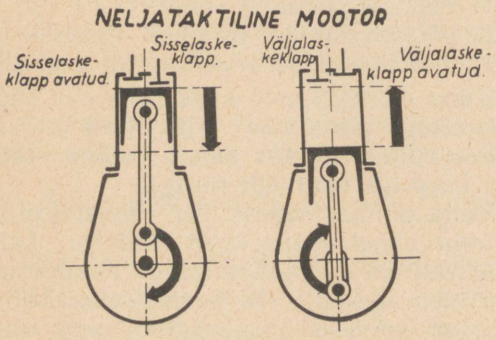
Kuid tegelikult ei anna samamõõtmeteline kahetaktiline mootor kaks korda suuremat võimsust, vaid mootoris tekkivate kadude tõttu ainult 70 kuni 80% enam.

Tekib küsimus, miks ei kasutata autodel peamiselt kahetaktilist mootorit, kuna see annab ikkagi peaaegu kaks korda suuremat võimsust või, olles ühevõimsuseline neljataktilise mootoriga, oleks ligi kaks korda väiksem kogu poolest, seega kergem, vaid peamiselt kasutatakse neljataktilist mootorit?

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

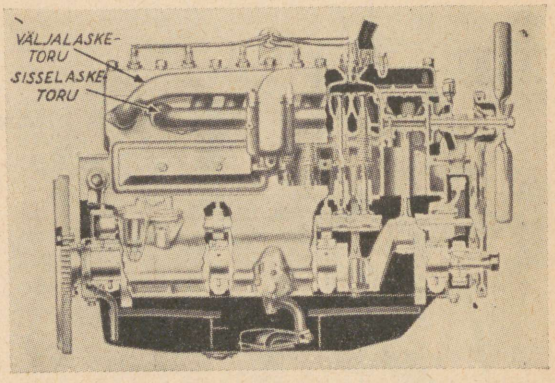
Kahetaktilisel mootoril on sisselaskekanal avatud uue põlevsegu sisselaskeks ainult kolvikäigu väikese osa vältel (joon. 11), kuna neljataktilisel mootoril on selleks kasutada terve kolvikäik e. viip (joon. 12), õigemini, nagu edaspidi näeme, veel enamgi kui üks viip.

Samuti põlemisjääkide väljalase peab sündima kahetaktilisel mootoril ainult kolvikäigu väikese osa vältel (joon. 11), kuna neljataktilisel mootoril on selleks kasutada enam kui üks viip (joon. 12).



Joon. 12.

Kuna mootori võimsus on võrdeline *(proportsionaalne)* tiirude arvuga *(täh. mida suurem on mootori tiirude arv, seda enam tekib ajaüksuse jooksul plahvatuslööke kolvile ning seda suurem on mootori võimsus),* püütakse mootorid ehitada võimalikult suure tiirudearvuga, et sama võimsust kätte saada vähemamõõtmetelise mootoriga. Kahetaktilisel mootoril oleksid suure tiirudearvu puhul sisselaske- ja väljalaskekanalid niivõrd lühikest aega avatud, et uue põlevsegu sisselase ja põlemisjääkide väljalase ei saaks toimuda korralikult. Põlemisjäägid ei saaks väljalaskekanali kaudu lühikese aja vältel, mil see on avatud, välja voolata. Samuti ei saaks mootor küllaldaselt uut põlevsegu. Kui mootor ei saa uueks töötaktiks täielikku silindritäit uut põlevsegu, ei suuda ta anda täit võimsust.

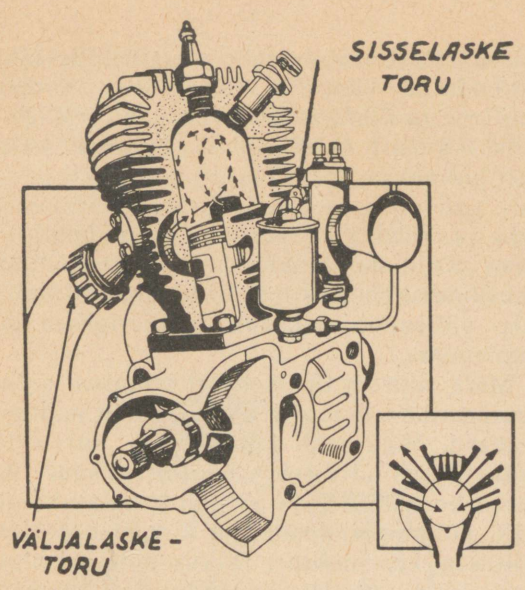


Joon. 13. Neljataktiline mootor.

Nelja- ja kahetaktilise mootori erinevusi.

Peale erinevust töötakti toimetuleku viisis erinevad kahe- ja neljataktiline mootor ka ehituslikult.

Nagu eespool on mainitud, evib neljataktiline mootor sisse- ja väljalaskeklappe, kuna kahetaktilisel mootoril toimub gaasijaotus *(põlevsegu sisselase ja põlemisjääkide väljalase)* kanalite kaudu. Neljataktilise mootori klapid asetsevad silindriploki ülemises osas, kahetaktilise mootori kanalid aga silindri alumises osas. Vastavalt sellele on ka paigutatud sisselaske- ja väljalasketorustik (joon. 13, 14). Neljataktilisel mootoril asetsevad nii sisselaskekui ka väljalaskeklapid ühel tasemel, kuna kahetaktilisel asetseb väjalasketoru veidi kõrgemal kui sisselasketoru vastavalt nende kanalitele.

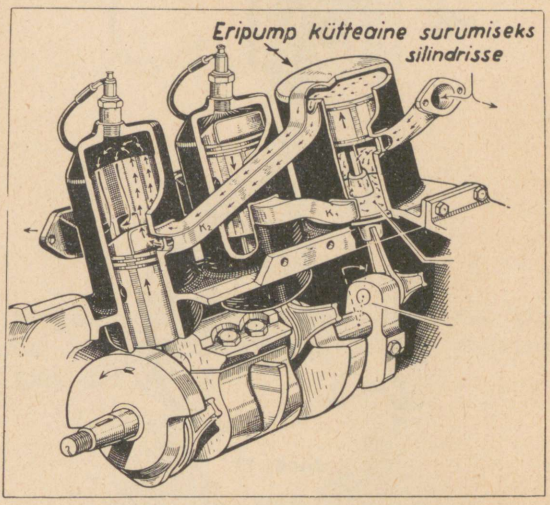


Joon. 14. Kahetaktiline mootor.

Neljataktiline mootor i m e b uut põlevsegu silindrisse kolvi allaliikumisel, sisselaske takti ajal.

Kahetaktilisel mootoril uus põlevsegu s u r u t a k s e silindri sisse. Selleks on kas eri pump (joon. 15) või kasutatakse eri pumba asemel mootori kartrit, mis on selleks ehitatud rõhketihedana. Kui selleks kasutatakse kartrit, siis toimub uue põlevsegu surumine silindrisse järgmiselt (joon. 16). Kolvi ülesliikumisel tekib kartris, kartri mahu suurenemise tõttu, hõrendus *(vaakuum)*. Kui kolvi ülesliikumisel kolvi alumine serv avab kartri sisselaskekanali C, voolab välisõhku kartrisse, kuna seal on hõrendus (joon. 16 a, b). Enne kartrisse sattumist läbib välisõhk karburaatori, segunedes seal bensiiniga, ning läheb juba valmis põlevseguna kartrisse.

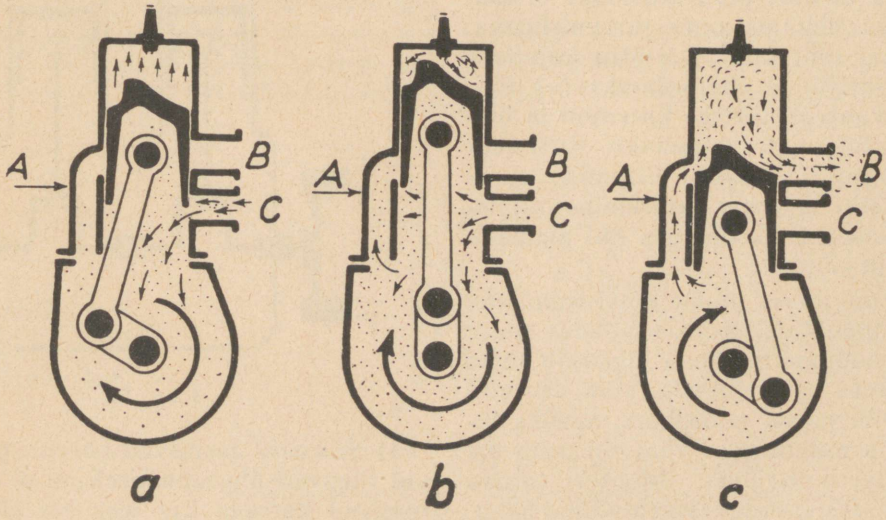
Kui kolb liigub alla, suleb ta esmalt kartri sisselaskekanali C. Niipea kui viimane on kinni, hakkab kolb edasisel allaliikumisel kartrisse imetud põlevsegu kokku suruma *(karter on rõhketihe)*. Kui kolvi ülemine serv kolvi allaliikumisel avab sisselaskekanali A, pääseb kartris kokkusurutud põlevsegu mootori silindrisse (joon. 16 c).



Joon. 15. Kahetaktiline mootor varustatud pumbaga põlevsegu surumiseks silindrisse.

Kahetaktilise mootori eemusteks on:

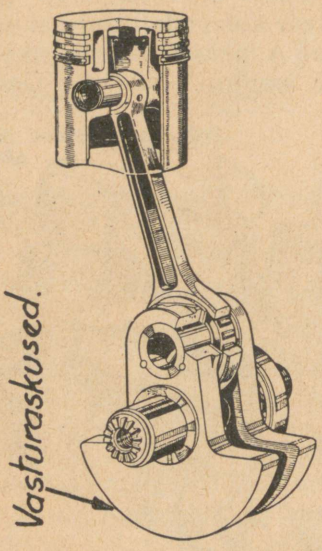
1) **ühtlasem käik** selle tõttu, et töötaktid esinevad igal väntvõlli tiirul;
2) **lihtis ehitus** klappide töölerakendamise mehhanismi puudumise tõttu;
3) **70—80% rohkem võimsust** mootorite silindrite ühesuuruse mahu puhul.



Joon. 16. Kahetaktilise mootori töötamine.

Ühesilindrilise mootori puudusi.

Tutvunemisel eespool neljataktilise mootori töötamisega selgus, et mootori üks silinder andis nelja kolvikäiguga ehk taktiga üks kord tööd. Ühel kolvikäigul tekib



Joon. 17.

töö ning sellest peab jätkuma hoogu auto edasiviimiseks kui ka kolvi edasi-tagasi liigutamiseks kolmel järgneval taktil. Töötakti ajal kolb saab 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, kuna ta uusi plahvatuslööke ei saa, need taktid ületama oma tiirlemishooga, mille ta sai töötaktil. Seetõttu kujuneks väntvõlli tiirlemine ebaühtlaseks — töötakti ajal väntvõll tiirleks kiiremini ja ülejäänud taktide ajal aeglasemini. Eriti aeglaseks muutuks väntvõlli tiirumine surutakti ajal, sest segu kokkusurumine mitmekordselt väiksemaks mahuks kui algmaht, võtab palju jõudu.

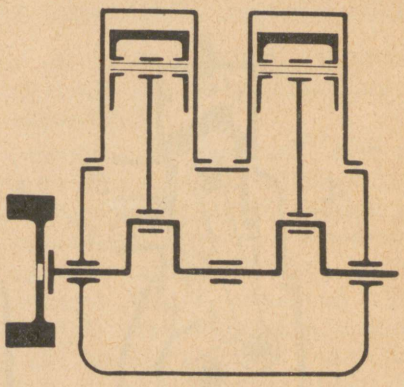
Samuti on tarvis jõudu kolvi viimiseks üle surnudpunktide. Kolb, saabudes suure hooga surnudpunkti, tahab inertsjõu tõttu samas suunas edasi liikuda, kuid väntvõll sunnib kolbi tagasi pöörduma. Selleks liikumissuuna muutmiseks väntvõll peab üle saama kolvi inertsjõust. Mootori tiirude ühtlustamiseks asetatakse väntvõllile h o o r a t a s. Töötakti ajal hooratas täärab endasse (kogub tagavarra) plahvatuslöögi läbi kiirendatud väntvõlli tiirlemisest hoogu *(millega ta ühtlasi vähendab väntvõlli tiirlemise kiirust töötaktil)* ja kulutab selle hoo kolmel järgneval taktil, väntvõlli muidu väheneva tiirlemiskiiruse säilitamiseks ja kolvi üleaitamiseks surnudpunktidest. Kuid hoolimata hoorattast töötab ühesilindriline mootor siiski ebaühtlaselt, mis väljendub mootori vibreerimises ja hüplemises.

Mida suurem on mootori võimsus, seda suuremad on mootori vibreerimised ja hüplemised. Viga saab kõrvaldada, kui ehitada ühesilindrilisele mootorile suur ja raske hooratas. Seda abinõu kasutataksegi näit. põllumajanduslike ja kinnismootorite ehituses, kus mootori raskus pole nii oluline; kuid autodel, kus nõutakse äärmist kergust, ei saa kasutada raske hoorattaga mootorit, vaid mootori töötamise ühtlustamiseks ehitatakse mootor **mitmesilindrilisena,** 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 vastu (joon. 17). Mõnedel juhtudel on vasturaskuste asemel hoorattakrants ühel kohal paksem.

Kahesilindriline mootor.

Kahesilindrilisi mootoreid võime leida 4-jas ehituslikus erinevuses.

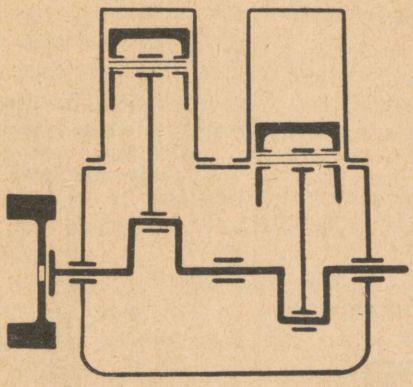


Joon. 18.

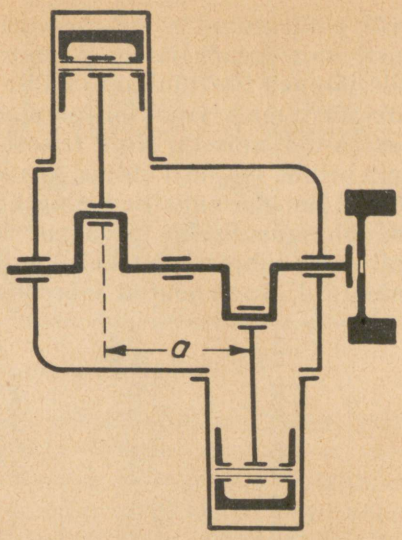
1) Silindrid asetsevad kõrvuti püsti, kolvid liiguvad ühesuunaliselt, s. o. mõlemad liiguvad korraga kas üles või alla. Väntvõlli põlved asetsevad 0° all (joon. 18).

2) Silindrid asetsevad teine-teise suhtes kõrvuti, samuti kui esimesel juhul, kuid kolvid liiguvad vastassuunaliselt, s. o. kui üks liigub alla, teine liigub üles. Väntvõlli põlved asetsevad 180° all teine-teise suhtes (joon. 19).

3) Silindrid asetsevad vastastikku lamavalt. Kolvid liiguvad üheaegselt kas keskjoonest eemale või keskjoone poole (joon. 20).



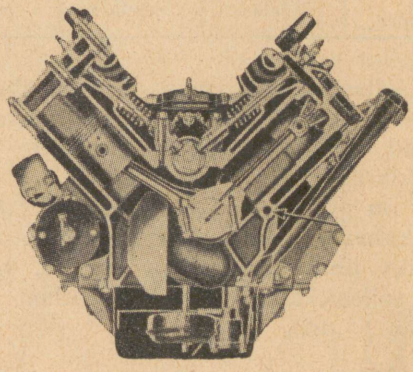
Joon. 19.



Joon. 20.

4) Silindrid asetsevad V-kujuliselt enamasti 45° või 90° nurga all teine-teisele. Mõlema silindri kolbidelt antakse töö edasi ühisele väntvõlli põlvele (joon. 21).

Võtame need kahesilindrilised mootoritüübid lähema vaatluse alla. Esimesel mootoritüübil (joon. 18) kolvid liiguvad 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 väntvõllitiiru vältel toimuvad taktid järjestikku tabelisse, saame järgmise pildi (allolev tabel):



Joon. 21.

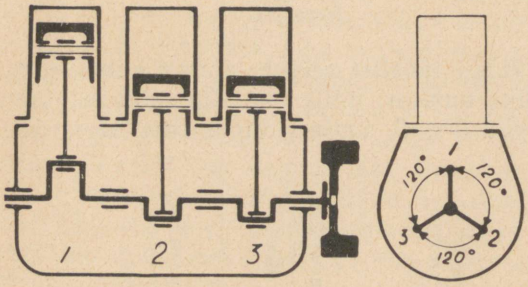
Nagu tabelist selgub, annab kahesilindriline mootor, mille väntvõlli põlved asetsevad 0° all, ühtlase tööjaotuse, sest töö-

Kahesilindrilise 0° all asetsevate väntvõlli põlvedega mootori tööjaotuse tabel.

	Väntvõlli I pooltiiru: I. ja II silindri kolvid liiguvad ülalt alla.	Väntvõlli II pooltiiru: I. ja II silindri kolvid liiguvad alt üles.	Väntvõlli III pooltiiru: I. ja II silindri kolvid liiguvad ülalt alla.	Väntvõlli IV pooltiiru: 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	

taktid või plahvatused silindrites tekivad ühesuguste vaheaegade järele. Kummalegi töötaktile järgneb üks tühitakt. 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 vibreerimist kui ühesilindrilisel mootoril. Suurendatud vibreerimine tekib sellest, et mõlemas silindris ühesuunaliselt liikuvate mootoriosade inertsjõud liituvad. Selline mootor paneb auto tugevasti vibreerima.

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



Joon. 22.

Kandes teise mootoritüübi (joon. 19) *(väntvõlli põlved asetsevad 180° all, kolvid liiguvad vastassuunaliselt)* taktide järjekorrad kahe väntvõllitiiru ajal tabelisse, saame pildi selle mootori tööjaotusest.

Siin järgneb töö teises silindris vahetult esimesele, s. o. kaks töötakti toimuvad järjestikku ja sellele järgnevad kaks tühitakti. Sellise väntvõlliga kahesilindrilise mootori tööjaotus ei ole nii ühtlane kui eelmisel, kuid selle asemel on mootori vibreerimine väike, sest vastassuunas liikuvate mootoriosade inertsjõud tasakaalustuvad. Seepärast kasutatakse 180° all asetsevate väntvõlli põlvedega kahesilindrilisi mootoreid rohkem.

Kolmandat tüüpi (joon. 20), s. o. lamavate, vastastikku asetsevate silindritega kahesilindrilist mootorit kasutatakse autodel harva ta ehitusliku kuju tõttu, mis võtab palju ruumi, hoolimata sellest et see evib niisama ühtlast tööjaotust kui püsti asetsevate silindritega 0° all olevate väntvõlli põlvedega mootor.

Veel enam, selle mootori vibreerimine 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, siis tekib ümber mootori püst-telje pöördmoment, mis püüab mootorit pöörata ümber püst-telje.

Seda pöördmomenti püütakse hoida väiksena, ehitades silindrite keskjoonte vahe „a“ (joon. 20) võimalikult lühikesena.

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 püst-silindritega 0° ja 180° all asetsevate väntvõlli põlvedega mootoritele. Selle eemuseks võib nimetada seda, et kunagi ei saa mõlemad kolvid tal asetseda korraga kas ülemises või alumises surnudpunktis.

Kahesilindrilise 180° all asetsevate väntvõlli põlvedega mootori tööjaotuse tabel.

	Väntvõlli I pooltiiru: I silindri kolb liigub alla, II „ „ üles.	Väntvõlli II pooltiiru: I silindri kolb liigub üles, II „ „ alla.	Väntvõlli III pooltiiri: I silindri kolb liigub alla, II „ „ üles.	Väntvõlli IV pooltiiru: I silindri kolb liigub üles, II „ „ alla.	
	0°	180°	360°	540°	720°
I silinder	sisselase	surve	töö	väljalase	
II silinder	väljalase	sisselase	surve	töö	

Kolmesilindriline mootor.

Järgmiseks sammuks mootori ühtlasema töötamise saavutamiseks on kolmesilindrilise mootori ehitamine, mille väntvõlli põlved on 120° nurga all teineteise suhtes, s. o. kolmes eri suunas võrdsetes kaugustes üksteisest (joon. 22), et töötaktid järgneksid ühesuguste vaheaegade järele.

Automootorina ei kasutata peagu sugugi kolmesilindrilist mootorit.

Kolmesilindrilise mootori tööjaotuse tabel kujuneks järgmiseks:

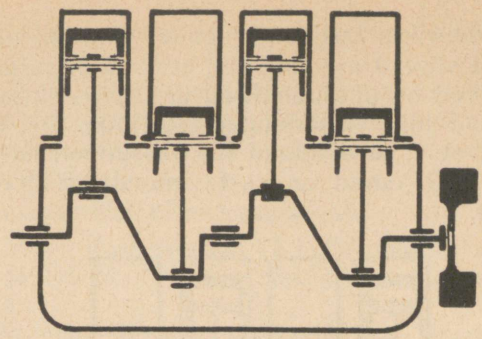
Esimese silindri kolb asetseb ülemises surnudpunktis ning liigub alla. Kolvi allaliikumisel võib silindris olla kas sisselase või töö.

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

Teise silindri kolb asetseb (sel momendil, kui I sil. kolb on ülemises surnudpunktis) kohal, mis vastab väntvõlli põlve seisule 120° allpool ülemist surnudpunkti ning liigub a l l a p o o l e. 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 järgneb seal surve, töö ja väljalase.

Kolmanda silindri kolb asetseb (sel momendil kui I sil. kolb on ülemises surnudpunktis) kohas, mis vastab väntvõlli põlve seisule 120° allpool ülemist surnudpunkti ning liigub ü l e s p o o l e. Seega võib kolmandas silindris olla kas väljalase või surve. Oletame, et seal on väljalase, millele järgneb sisselase, surve ja töö.

Asetades need andmed tabelisse, saame järgmise pildi:

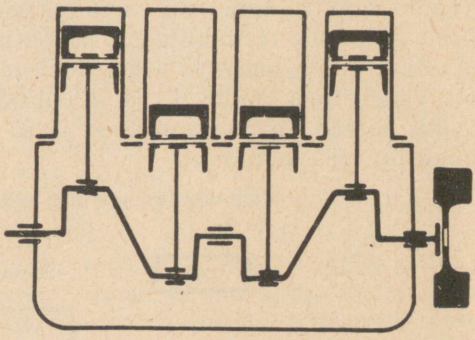


Joon. 23.

Nagu sellest tabelist nähtub, järgnevad töötaktid silindrites ühesuguste vaheaegadega, kusjuures üksikute töötaktide vahel pole enam terve tühitakt, nagu kahesilindrilisel mootoril, vaid ainult osa (60°) tühitaktist. 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 kuuesilindri-



Joon. 24.

Kolmesilindrilise 120° all asetsevate väntvõlli põlvega mootori tööjaotuse tabel.

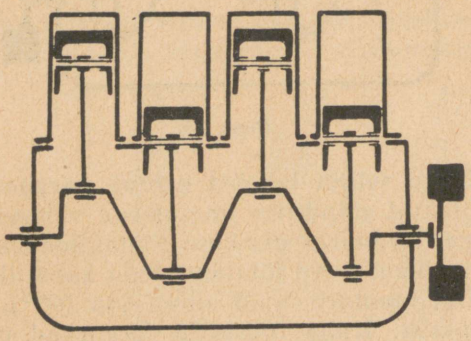
	0°	180°	360°	540°	720°
I silinder	töö	väljalase	sisselase	surve	
II silinder	sisselase	surve	töö	väljalase	
III silinder	väljalase	sisselase	surve	töö	

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

lisel mootoril, kasutatakse teda rohkesti väikeautodel ja veoautodel, sest ta on ehituslikult lihtsam ja valmistuse poolest odavam kui kuuesilindriline mootor.

Neljasilindrilist mootorit võime pidada kokkuliidetuks kaheks kahesilindriliseks

mootoriks, kusjuures nende väntvõlli põlved võivad asetseda nii, et 1. ja 3. silindri põlved on ühesuunalised ja 2. ja 4. silindri omad neile vastassuunalised (joon. 23), või nii, et 1. ja 4. omad on ühesuunalised ja 2. ja 3. omad on vastassuunalised (joon. 24).



Joon. 25.

Esimene ühendusviis annaks meile väga soodsa mootori tööjärjekorra: esimese pooltiiru ajal annaks tööd esimene silinder, teise pooltiiru ajal teine silinder, kolmanda pooltiiru ajal kolmas silinder ning neljanda pooltiiru ajal neljas silinder. Kuid sellise väntvõlli valmistamine on oma mitmekordsete paindude tõttu kulukas. Seepärast kasutatakse neljasilindrilisi mootoreid peamiselt väntvõlliga, mille 1. ja 4. silindri väntvõlli põlved on ühesuunalised ja 2. ja 3. omad on teisesuunalised.

Sellise väntvõlli ehitus on lihtsam, sest see evib ainult kolm paindu kolmekordsel laagerdusel. Pealegi ei kaota mootor midagi oma käigu ühtluses, evides sellist väntvõlli.

Keskmine laager asetseb 2. ja 3. silindri vahekohal.

Väntvõlli ehitamise lihtsustamises on püütud minna veelgi kaugemale, ehitades ta kahe painuga ning asetades ainult kahele laagrile (joon. 25), kuid see ehitusviis ei täitnud väntvõlli läbipainduvuse tõttu oma otstarvet ega ole praegu tarvitusel ka kõige odavamatelgi automootoritel.

Nagu jooniselt 24 nähtub, liiguvad enimtarvitataval neljasilindrilisel mootoritüübil kaks äärmist ja kaks keskmist kolbi üheaegselt üles ja alla.

Kui kahes äärmises silindris, s. o. 1. ja 4. 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.

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-das väljalase.

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

Neljataktilise 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	

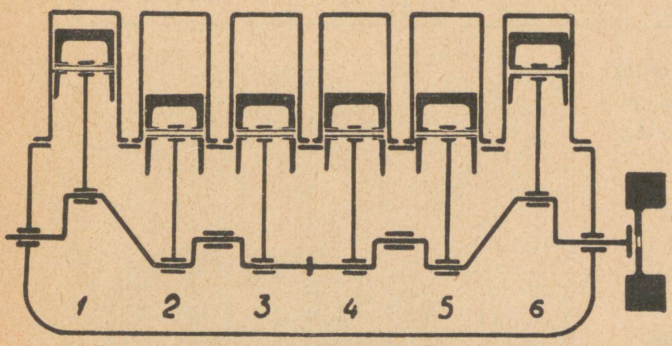
Tehes mõlema keskmise silindri kohta eelmisele vastupidise oletuse, s. o. eeldades, et 2-ses silindris kolvi ülesliikumisel on väljalase ja 3-ndas surve, saame järgmise tabeli:

Neljataktilise 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 Pooltiiru	1. silindris	1. silindris
II Pooltiiru	2. „	3. „
III Pooltiiru	4. „	4. „
IV Pooltiiru	3. „	2. „



Joon. 26.

Saadud töötaktide järjekorrad nimetatakse neljasilindrilise mootori **„tööjärjekorraks“.** Väntvõlli ehituse korral joon. 24 järele võib olla ainult kaks erinevat tööjärjekorda:

1. 2. 4. 3. või **1. 3. 4. 2.**

N e i d t ö ö j ä r j e k o r d i p e a b i g a j õ u v a n k r i j u h t t e a d m a.

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

Tühja takti *(nagu kahesilindrilisel mootoril)* või tühja takti osa *(nagu kolmesilindrilisel mootoril)* neljasilindrilisel mootoril ei ole, vaid töötaktid järgnevad pidevalt üksteisele. Sellega on seletatav neljasilindrilise mootori ühtlane käik.

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

Kuuesilindriline mootor.

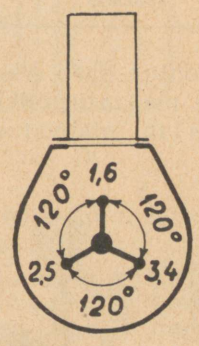
Suurim osa praegu liikvel olevatest autodest on varustatud kuuesilindrilise mootoriga. See on levinud oma ühtlase käigu tõttu.

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

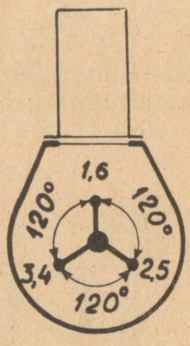
Ta väntvõlli põlved asetsevad:

I ja VI ühes suunas, II ja V teises suunas ja III ja IV kolmandas suunas (joon. 26/a).

Väntvõlli põlvede ühesuunalised paarid



Joon. 26/a.



Joon. 26/b.

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-das töötakti.

Asetades need andmed tööjaotuse tabelisse, saame järgmise pildi. (Tabel järgneval leheküljel.)

Nagu sellest tabelist nähtub, toimuvad töötaktid silindrites järgmises järjekorras:

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

See on sagedasti kasutatavaid tööjärjekordi kuuesilindrilisel mootoril.

Kui mootor evib väntvõlli, mille II ning V ja III ning IV põlve suunad on paariviisi üksteisega ära vahetatud (joon. 26 b), s. o. I ja VI põlvele ei järgne mitte II ja V, vaid III ja IV põlv, siis evib mootor järgmist tööjärjekorda:

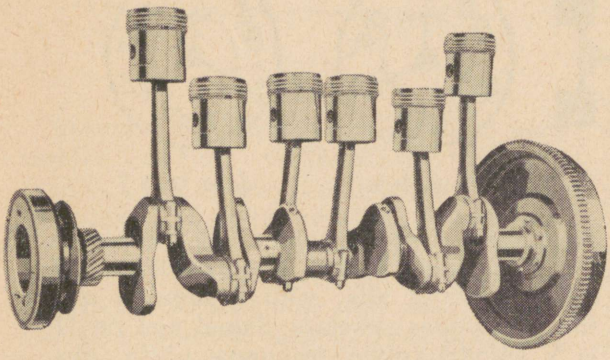
1. 4. 2. 6. 3. 5.

Harvem kasutatakse tööjärjekordi:

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

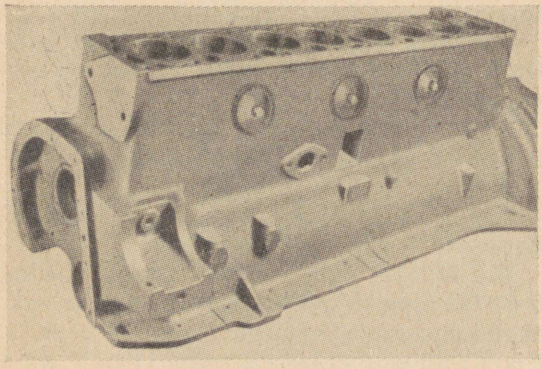
	0°	180°	360°	540°	720°
I silinder	töö	väljalase	sisselase	surve	
II silinder	väljalase	sisselase	surve	töö	
III silinder	sisselase	surve	töö	väljalase	
IV silinder	töö	väljalase	sisselase	surve	
V silinder	surve	töö	väljalase	sisselase	
VI silinder	sisselase	surve	töö	väljalase	

Kuuesilindriline mootor saab väntvõlli kahe tiiru kohta kuus plahvatuslööki, s. o. ühe tiiru kohta k o l m plahvatuslööki,



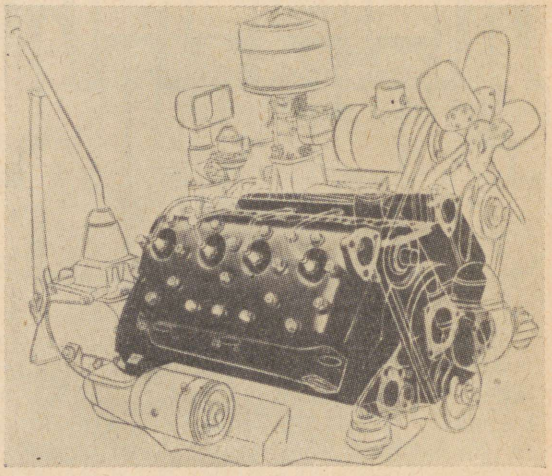
Joon. 27. 6-silindrilise mootori väntvõll.

kuna neljasilindriline mootor saab ühe väntvõlli tiiru kohta k a k s plahvatuslööki. Neljasilindrilisel mootoril järgnevad plahvatused iga terve kolvikäigu järele —



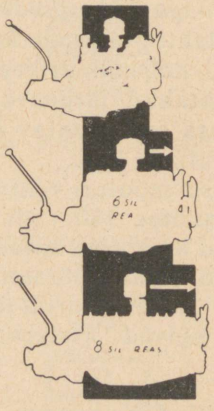
Joon. 28. 8-silindrilise reasmootori plokk.

kuuesilindrilisel aga iga $^2/_3$ kolvikäigu järele. Seega kuuesilindrilise mootori käik on ühtlasem kui neljasilindrilise mootori käik.



Joon. 29. V-8 mootor.

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-das silindris jne. Enne kui ühes silindris töötakt on jõudnud lõppeda, algab töötakt



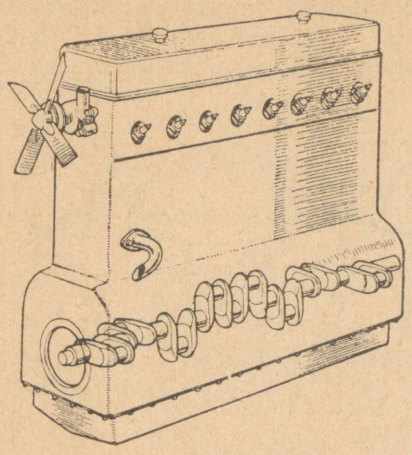
V-8 mootor.

6-sil. mootor.

8-sil. mootor.

Joon. 30. Mootorite pikkuste võrdlusnäide.

järgnevas silindris — **töötaktid katavad üksteist.** Sellise korralduse eemus väljendub mootori töötamisel ühtlases käigus ka väikestel tiirudel, kiiremas kiirusevõtmises sõidul ja ühtlasemas mootori töötamises raskel veol.



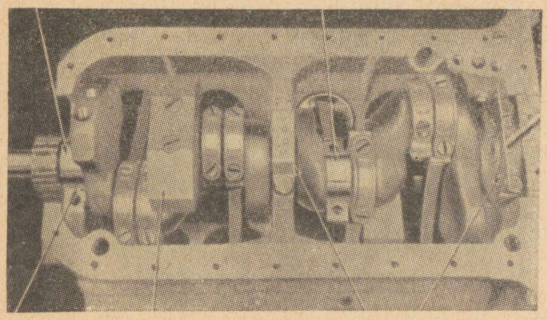
Joon. 31. 8-sil. reasmootori väntvõlli põlvede asend.

Kaheksasilindrilised mootorid.

Kaheksasilindrilisi mootoreid kasutatakse autodel kahte tüüpi.

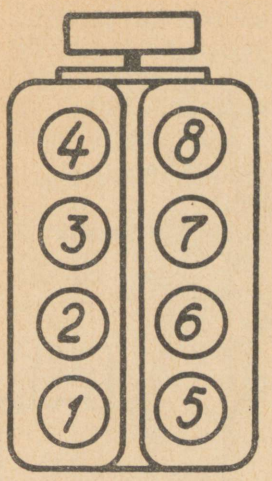
a) Silindrid asetsevad ühes reas — **8-sil. reasmootor** (joon. 28).

b) Silindrid asetsevad kahes reas — 8-silindriline V-mootor e. nurgimootor (joon. 29).

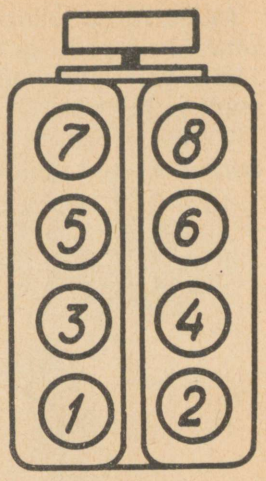


Joon. 32. V-8 mootori karter alt vaadatuna.

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



Joon. 33/a.



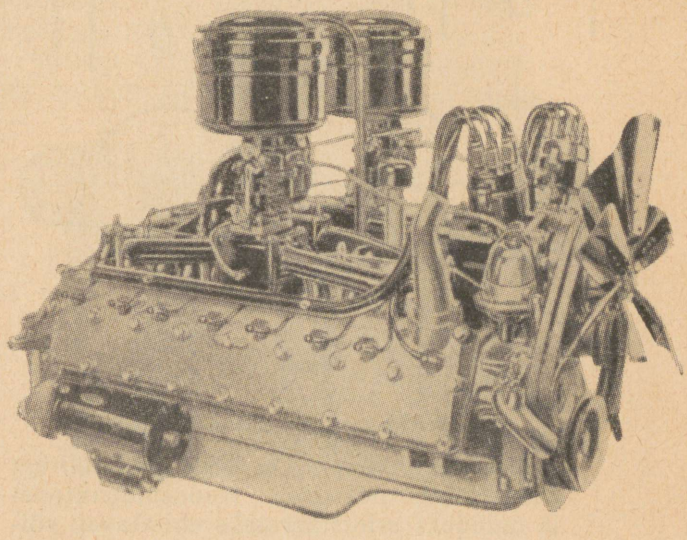
Joon. 33/b.

Kaheksasilindrilisel kahereamootoril asetsevad kaks neljasilindrilist mootoriplokki nurgi 90° all, s. o. „V"-kujuliselt teineteisele. Selline mootor on ehituselt lühem kui kuuesilindriline ja seetõttu enam levinud kui kaheksasilindriline reasmootor.

Reasmootori väntvõlli põlved asetsevad 90° all üksteise suhtes. Ühesuunalised põlved on I ja VIII, II ja VII, III ja VI, IV ja V (joon. 31). Enimkasutatav reasmootori tööjärjekord on

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

„V-8"-mootori väntvõll on taoline neljasilindrilise mootori väntvõllile, kusjuures vastastikku asetsevate silindrite kepsud töötavad ühele ja samale väntvõlli põlvele. (Joon. 32).



Joon. 34. 16-silindriline mootor.

Silindrite järjekorda loetakse kas järjest, enne ühelt poolt ja siis teiselt poolt (joon. 33/a), või vaheldumisi üks silinder ühelt poolt ja teine teiselt poolt (joon. 33/b).

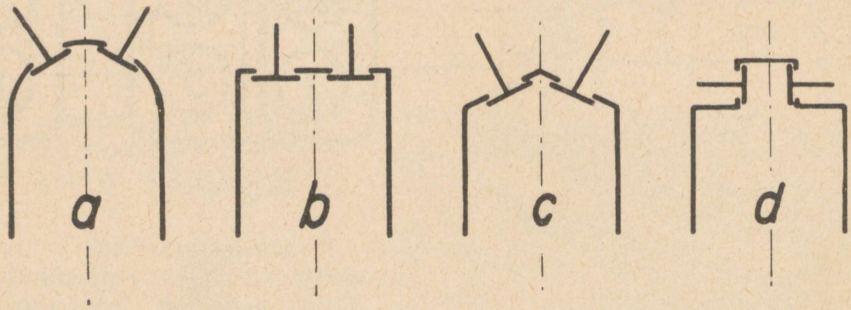
Tööjärjekord on sama, mis kahel vaheldumisi võetud neljasilindrilisel mootoril.

1. 8. 2. 7. 4. 5. 3. 6. või
1. 8. 3. 6. 4. 5. 2. 7. (joon. 33/a) ehk
1. 8. 3. 6. 7. 2. 5. 4. või
1. 8. 5. 4. 7. 2. 3. 6. (joon. 33/b).

12-silindrilised mootorid ehitatakse „V"-kujuliselt 60° all asetsevate kuuest silindrist koosnevate kahe plokiga. Väntvõll on taoline 6-silindrilise mootori väntvõllile. Vastastikku asetsevate silindrite kepsud töötavad väntvõlli ühisele põlvele.

16-silindrilised mootorid ehitatakse samuti „V"-kujuliselt 90° all asetsevate silindritega, kaheksa silindrit reas (joon. 34).

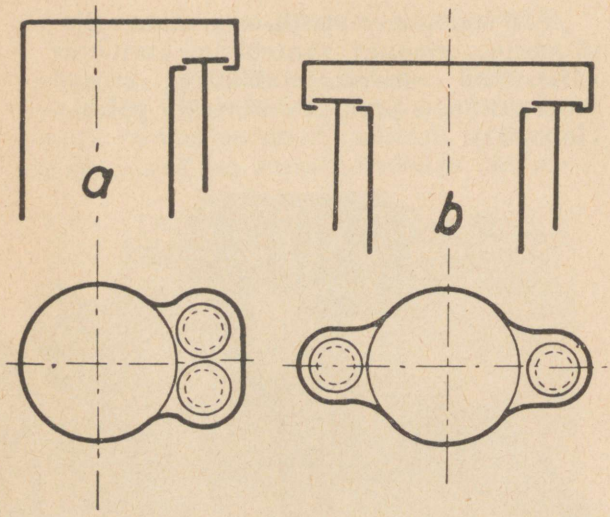
Joon 35.



Kaheksasilindriline mootor saab väntvõlli iga tiiru kohta neli plahvatuslööki, s. o. iga poole tiiru või ühe kolvikäigu kohta kaks plahvatuslööki. Seega katavad plahvatused kaheksasilindrilisel mootoril veel enam üksteist kui kuuesilindrilisel mootoril, mistõttu kaheksasilindrilise mootori käik on veelgi ühtlasem.

Mõistagi, mida enam on silindreid, seda ühtlasem on mootori käik 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. 36.

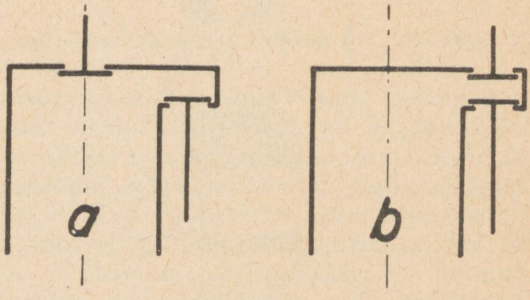
Mootorid enama kui 8 silindriga.

Mootoreid enama kui kaheksa silindriga kasutatakse peamiselt võidusõiduautodel ja muudeks eriotstarveteks ehitatavail sõidukeil.

MOOTORI OSAD.

Silinder.

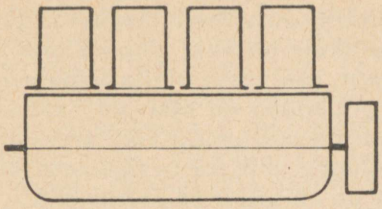
Mootori silindris toimub põlevsegu põlemine. Seega silinder on see mootori osa, kus põletises peituv soojusenergia muudetakse mehaaniliseks tööks. Kuna sealjuures on tegemist kõrgete rõhetega (bensiinimootoritel 25 at, diiselmootoritel 65 at), siis peab silinder olema ehituslikult küllalt tugev vastupidamiseks nendele rõhetele ja täiesti tihe, et ei tekiks plahvatussurve kadu mootori töötamisel. Silindri



Joon. 37.

maht, s. o. silindri läbimõõt ja kolvikäik, määrab mootori võimsuse.

Praegu kasutatakse autodel peamiselt kuue- ja kaheksasilindrilisi mootoreid. Neljasilindriline mootor leiab kasutamist veel vaid odavamatel väikestel autodel ja veoautodel. Silindrite kuju sõltub suuresti klappide asukohast.



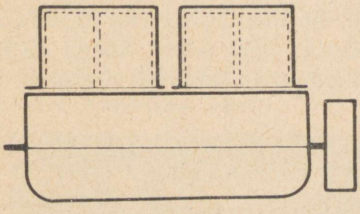
Joon. 38.

Klapid võivad silindrile olla asetatud:

a) silindri peale (joon. 35 a, b, c, d) või

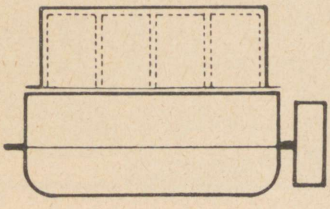
b) silindri küljele (joon. 36 a, b) või

c) üks klapp peale ja teine küljele (joon. 37 a, b).



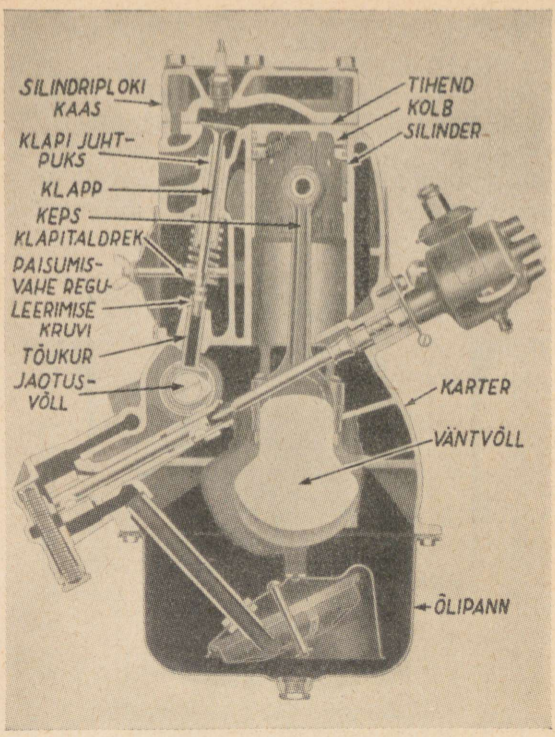
Joon. 39.

Mootorid pealtklappidega annavad 10—20% enam võimsust, sest see võimaldab anda silindritele ehituselt sellist kuju, et silindris põlemisel tekkiva sooja kaod läbi silindri seinte on vähimad. Kõige otstarbe-



Joon. 40.

kohasem silindri kuju soojakao mõttes on poolkeralise kaanega silinder (joon. 35/a), sest kera on geomeetriline kuju, mille välispind võrreldes mahuga on kõige väiksem. Seega on ka soojahulga kadu läbi seina väikseim.

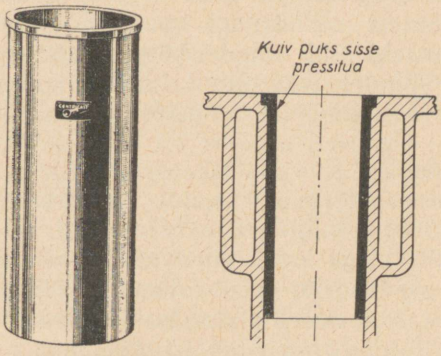


Joon. 41.

Peaaegu samaväärsed kui poolkeralise kaanega silindrid on joon. 35 b, c, d näidatud silinderkujud. Kuid mootori ehitamisel ei mängi mitte alati peaosa saavutatav suurim võimsus, vaid hind, ökonoomsus ja vaikne töötamine.

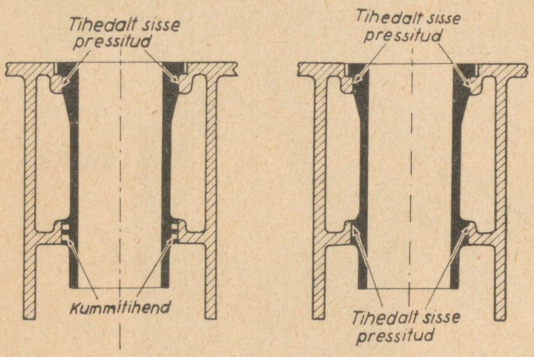
Pealtklappidega mootor on ehituselt kallim ja klappide liikuma panemise mehhanism keerukam. Keerukas ja pikahoovaline klappide liikuma panemise mehhanism põhjustab müra mootoris, kulub mitmetes liigendites ja rutem hakkab logisema.

Mootor kõrvalklappidega on selles mõttes lihtsam: klappide tõstmiseks ei vajata



Joon. 42.
Kuiv puss.

keerukat hoob-ülekannet. Seepärast on kõrvalklappidega silindrid (joon. 36/a) väga levinud; neid kasutatakse rohkesti hulgi valmistatavatel mootoritel, sest lihtsusega on väga lähedalt seotud odavus. Silindreid, millel kõik klapid asetsevad ühel poolel, nimetatakse tihti „L"-kujulisteks silindriteks, sest see kujutab pea peale



Joon. 43. Märjad pussid.

pööratud „L" tähte. Nii sisse- kui ka väljalaskeklapid avatakse ühise jaotusvõlli poolt. Seega vajatakse ainult üht jaotusvõlli.

Varematel aegadel kasutati silindreid, millel klapid asetsesid mõlemal silindri küljel, nn. „T"-kujuline silinder (joon. 36/b). Kuid selline ehitusviis on nüüd täielikult kõrvale heidetud oma suurte soojakadude ja klappide liikuma panemiseks tarvismineva kahe jaotusvõlli tõttu.

Vanemad mitmesilindrilised mootorid koosnesid üksikutest eraldi valatud silindritest (joon 38).

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 eemusteks olid: silindri hõlpus vahetus üksiku silindri rikke puhul, lihtis valamine ja väljatöötamine. Taamustest võiks nimetada: ehituselt mootor on pikk ja raske. Sisselaske- ja väljalasketorustikud, samuti jahutusveetorustik muutub liiga haruliseks ning nõuab palju kinnistusäärikuid. Karter, mille külge on kinnitatud väntvõlli- (raam-) laagrid, peab olema massiivne ja tugev, et see oma pikkusest hoolimata suudaks taluda tekkivaid paindpingeid.

Üksiksilindreid on raske paigutada täpselt väntvõlli suhtes.

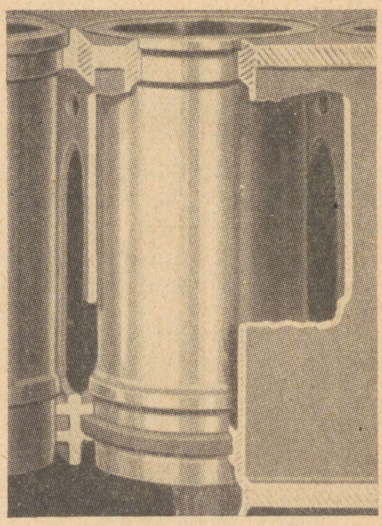
Valutehnika arenemisel valati silindrid paarikaupa. Näit. neljasilindriline mootor koosnes kahest silindripaarist (joon. 39).

Praegune valutehnika ei tee enam raskusi mitme silindri valamisel ühes plokis (joon. 40), hoolimata sellise ploki, näit. kuue- või kaheksasilindrilisel mootoril, valu keerukusest.

Plokkmootori eemusi: Ühes plokis valatud silindrid on väliselt nägusad, jahutusveetorustikule on vaja ainult kahte kinnistusäärikut, 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 taamusi: Ploki valu on oma keerukuse tõttu kallim kui valu üksiksilindritena. Kui plokis on üks silindritest vigane, on terve plokk kasutamiskõlbmatu. Tihti tulevad valu rikked ilmsiks alles siis, kui plokk on töötlemisel valmis saamas.

Tihti valatakse silindriplokk ühiselt ühes kartri ülemise poolega (joon. 41, vt. ka joon. 28). Selline ehitusviis muudab mootori jäigaks ja tugevaks. Seega autoraami paindumised, mis tekivad sõidutee konar-



Joon. 44. Märg puss.

luste tõugetest, ei saa avaldada oma mõju mootori väntvõllile ega seda painutada.

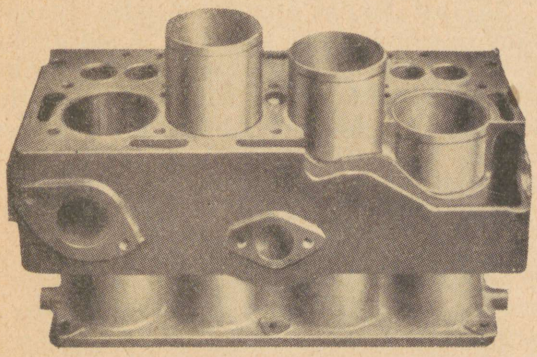
Silindri seinad peavad olema õhukesed (4—6 mm), et hoida kokku mootori kaalus ja saavutada head soojajuhtivust *(sooja äraandmist jahutusveele).*

Peale silindriploki valmissaamist katsutakse seda põhjalikult veega rõhke all, et silindri seintes ei leiduks mulgukesi, mis võimaldavad plahvatussurve kadu või vee pääsemist jahutusveeruumist silindrisse.

Viimasel ajal eelistatakse mootorite ehitamist vahetatavate silindripussidega. Need pussid valmistatakse kuluvusele enam vastupidavast materjalist. Vahetatavad pussid pressitakse *(surutakse)* täpselt sobitatult silindriplokki, nn. **„kuivad pussid"** (joon. 42), või nad asetatakse plokki silindrite asemele otsesesse kokkupuutesse jahutusveega, nn. **„märjad pussid"** (joon. 43). Viimane ehitusviis on kasutatavam. Selline silindripusside kasutamine võimaldab kergesti ühe pussi vigastumise korral selle vahetamist. Ühes plokis valatud silindritel peab ühe silindri vigasuse puhul kõik silindrid üle puuritama või lihvitama ja kõik kolvid vahetatama uute ülemõõtmeliste kolbide vastu, mis on seotud palju suuremate kuludega kui ühe silindripussi vahetamine.

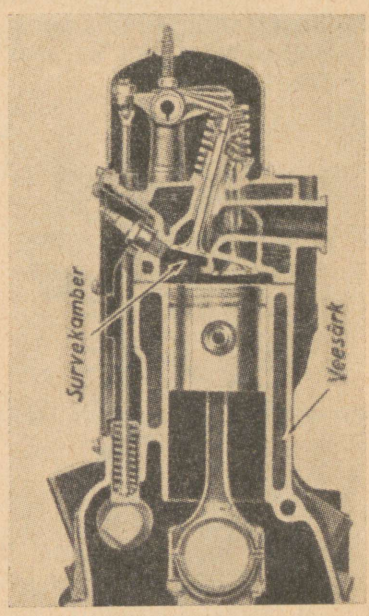
Mootoriploki materjalina kasutatakse peamiselt peenesõmeralist halli valumalmi, millesse on lisandatud vähesel määral räni paremaks valuks ning niklit ja mangaani vastupidavuse tõstmiseks kõrge rõhke, kuumuse ja kulumise vastu.

Malm on odav, hea soojajuhtivusega ja ei paisu palju kuumenemisel. Teda on kerge töödelda ja ta annab silindrites hea peegelpinna.



Joon. 45. Neljasilindrilise mootori plokk kuivade silindripussidega.

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



Joon. 46.

Veesärk ja jahutusribid.

Silindris põlemisel tekkivast kõrgest temperatuurist, mis võib plahvatusmomendil tõusta kuni 2000°, tekkiva silindriseinte ülekuumenemise vältimiseks ehitatakse silindrite ümber jahutusveeruum, nn. **veesärk,** või õhuga jahutamise puhul **jahutusribid.**

Jahutusveesärk ümbritseb kõiki silindreid; ta valatakse ühte silindriplokiga. Silindriga ühes valatud veesärgi seina paksus on 3—4 mm (joon. 46).

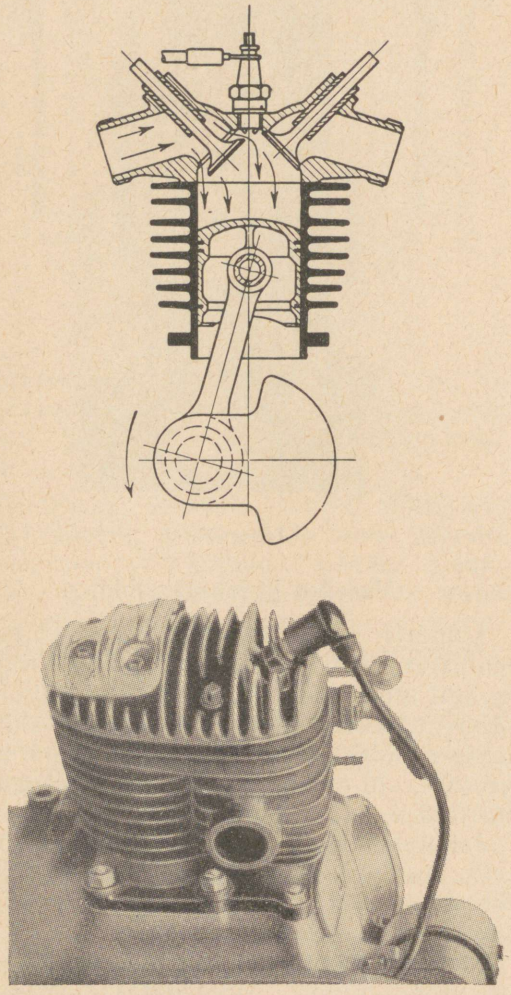
Mõnedel mootoritel, kus mootori kergus on väga oluline, valmistatakse veesärk eraldi terasplekist, mis asetatakse ümber silindrite.

Jahutusveesärk peab olema küllaldase mahutavusega, et kindlustada head jahutusvee ringvoolu ja korralikku jahutust. Erilist hoolt peab kantama selle eest, et väljalaskeklapi ümber ja peal oleks veesärgi ruum võimalikult suurem, sest väljalaskeklapp asub pidevalt kuumade küttejääkide mõju all, mille tõttu see vajab eriliselt head jahutamist.

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

Jahutusveesärk peab evima kuju, mis ei takista korralikku vee ringvoolu; see ei tohi evida kõrgemates kohtades soppe ega nurki, kuhu võiks koguneda vee aur.

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



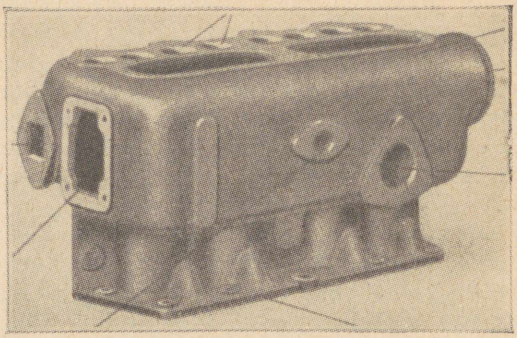
Joon. 47. Õhkjahutuse-ribid.

Õhkjahutust kasutatakse enamasti vaid mootorrataste mootorite jahutamiseks. Ka mõnel väiksemal automootoril on õhkjahutus, et sõiduk oleks vaba jahutusvee ja jahutamisseadme lisaraskusest.

Selleks varustatakse mootori silindrid jahutusribidega (joon. 47), mis valatakse silindriga ühes tükis või pannakse silindrile peale eraldase terasplekist ribistiku näol.

Silindriploki kaas.

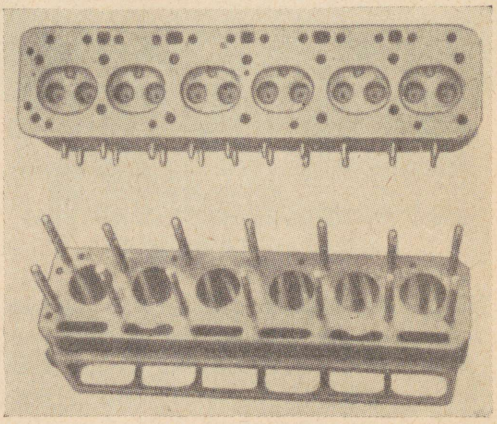
Nüüdisajal ei ehitata enam nagu vanasti silindriploki kaas tükkis silindriplokiga (joon. 48), vaid silindriploki kaas on äravõetav (joon. 49), mistõttu silindriploki valu ja töötlemine muutuvad lihtsamaks.



Joon. 48. Silindriplokk tükkis silindriploki kaanega.

Kõikide silindrite surukambreid (joon. 46) on võimalik välja töötada ühesuurusteks, millega saavutatakse kõikide silindrite ühevõimsuslikkus. Sellest sõltub suuresti mootori ühtlane käik. Kaane mahavõtmisel on hõlpus puhastada surukambrit tahmast ja õlikoksist. Kepsulaagri vabastamisel saab kolbi välja võtta silindrist ülalt ega tarvitse tervet 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-asbest-tihendid (joon. 50) on ka selle raskuse kõrvaldanud. Tihendi ülesanne on

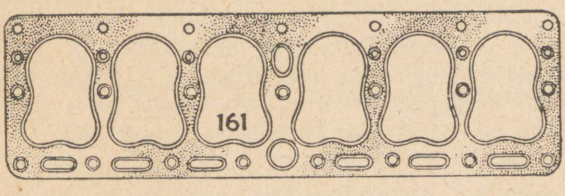


Joon. 49. Silindriplokk äravõetava kaanega.

siin takistada jahutusvee pääsemist silindriruumi ja ära hoida plahvatussurve kadu.

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

Silindriploki kaane materjaliks kasutatakse mõnede automootori-valmistajate poolt alumiiniumi. Sellega võidetakse mootori kaalus ja saavutatakse paremat soojajuhtivust, mistõttu klapipesade ja süüteküünalde ümbruse temperatuur on madalam.



Joon. 50. Vask-asbest-tihend.

Karter.

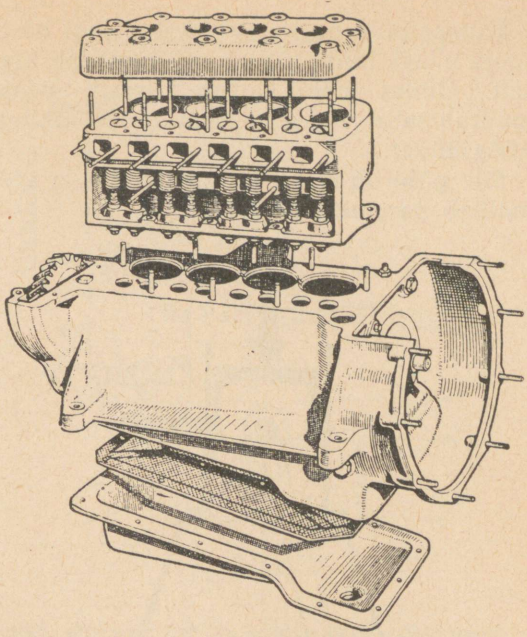
Karter on kogu mootori alustugi; ta on ehitatud väntvõlli laagrite kandmiseks. Kartrile kinnistatakse silindriplokk. Kartri külge kinnistatud käppade kaudu tugineb mootor autoraamile. Karter peab olema küllalt mahukas, et võimaldada kepsude õõtsumist ja väntvõlli põlvede tiirlemist. Kartrisse mahutatakse sageli ka jaotusvõll ja kartri esiotsa mahutatakse jaotus- ja väntvõlli hammasrattad.

Väljaspoolt kinnistatakse kartri ülemise poole külge dünamo, käiviti, veepump, süüteseadis, ventilaatori kinnistusäärik jne.

Karter valatakse tihti koos silindriplokiga. Eraldi valmistatuna on ta valatud mingist kergmetallist: kas alumiiniumist, elektronvalust või silumiinvalust (joon. 51).

Kartri alumine pool kujutab endast terasplekist väljapressitud panni, nn. **õlipanni** mootoriõli mahutamiseks. Sinna on mahutatud ka õlipump torustike ja sõelaga ja õlimõõtevarras.

Kartri alumine osa *(õlipann)* on kruvidega kinnistatud kartri külge; seega õlipanni mahavõtmine võimaldab hõlpsat juurdepääsu kepsu- ja väntvõllilaagrite juurde. Sel teel on hõlpus vahetada üksikut kepsulaagrit, kui see juhtub sulama, ilma et tarvitseks kogu mootorit lahti monteerida.



Joon. 51. Karter eraldatava silindriplokiga ja õlipanniga.

Kolvid.

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

Ühtlasi kolb annab silindri seintele üle kepsu poolt tekitatava külgsurve (joon. 53).

Kolb peab olema tihe, et mitte võimaldada plahvatussurve kadu silindrist töötakti vältel ja kokkusurutava põletise kadu surutakti vältel, mis vähendab mootori võimsust ja tõstab põletise kulu.

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

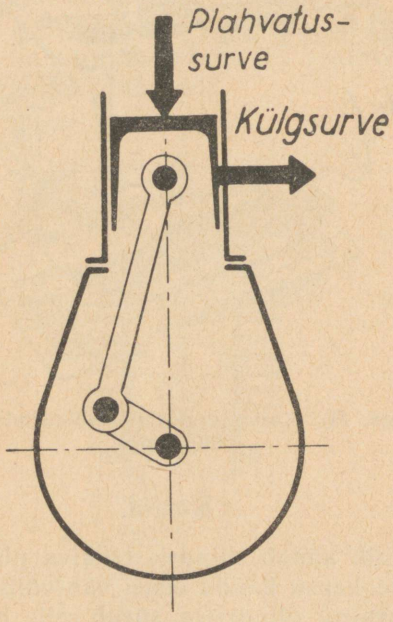
Kolbisid ehitatakse kumera-, õõnsa- ja siledapõhjalisi.



Joon. 52. Kolb.

Kumer põhi on tugev, kuid ei juhi hästi sooja edasi, mille tõttu see kuumeneb liigselt. Õõnes põhi kattub kiiresti nõega, muutub selle võrra raskemaks ja tekitab hõõgsüüdet.

Sile põhi on selles mõttes parem ja võimaldab paremat töödeldust.



Joon. 53.

Ühes ja samas mootoris kasutatavad kolvid peavad olema kõik üheraskused. Lubatud erinevus on siin kuni 20 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 cm ja plahvatussurvega 25 at.

100 mm läbimõõduga silindri kolvi pind on $\frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 10^2}{4} = 78{,}5$ cm^2.

Kuna plahvatussurve on 25 at., s. o. 25 kg iga cm^2 kohta, siis on kogusurve kolvile 78,5 cm^2 $\times$ 25 kg = 1960 kg ehk ligi 2 tonni.

Seepärast kolb peab olema vastava tugeva ehitusega vastu pidamaks sellistele suurtele survetele.

Vanematel mootoritel, mille tiirudearv ei tõusnud palju üle 1500 minutis, kasutati malmist kolbe. Kolbide valmistamiseks kasutatav malm peab olema pehmem kui silindrite materjal, et silindrid kuluksid vähem. Malmkolbide eemuseks on nende väike kuluvus (väike hõõrdumistegur) ja väike paisuvus. Malmkolbe võib külmalt sobitada silindrisse paraja paisumisvahega. Mootori töötamisel see paisumisvahe ei muutu, kuna silinder ja kolb soojenedes paisuvad võrdselt.

Malmkolvi taamuseks on ta raskus, mis end eriti tunda annab mootori suurtel tiirudel. Raske kolvi kiirel edasi-tagasi-liikumisel tekib suurt inertsjõudu, mis halvab mootori käigu ühtlust. Näiteks, kui kolb liigub plahvatustõukest suure kiirusega alla ja jõuab alumisse surnudpunkti, on kolvil tung oma hoo tõttu edasi lennata [see hoog (inertsjõud) on seda suurem, mida raskem on kolb ja mida kiiremini ta liigub (kiirematel tiirudel)], kuid väntvõlli põlv peatab kolvi alumises surnudpunktis, milleks ta peab inertsjõu hävitama, 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 mootori käik. Kolvi liikumissuuna muutmine toimub mootori iga tiiru kohta kaks korda: kolvi ülemises ja alumises surnudpunktis.

See oli üheks põhjuseks, mis sundis mootorite ehitajaid leiutama kolbide valmistamiseks kergemat materjali, mille omadused sobiksid suurte tiirudega mootoritele, kuid see polnud kõige olulisem põhjus. Olulisem kui kolvi raskus, on malmkolvi soojustehnilised omadused. Need on **soojajuhtivus** ja **soojamahutavus.**

Mootorite tiirudearvu suurenemisega, kus plahvatuslöögid järgnevad üksteisele väga kiirelt, ei suuda malmkolb, olles väikese soojajuhtivusega ja suure soojamahutavusega materjalist, küllalt kiirelt sooja edasi anda silindri seintele, kust see võiks üle anduda jahutusveele, mille tõttu kolvi temperatuur tõuseb, kolb muutub liiga kuumaks, mis põhjustab põlevsegu enneaegset süttimist.

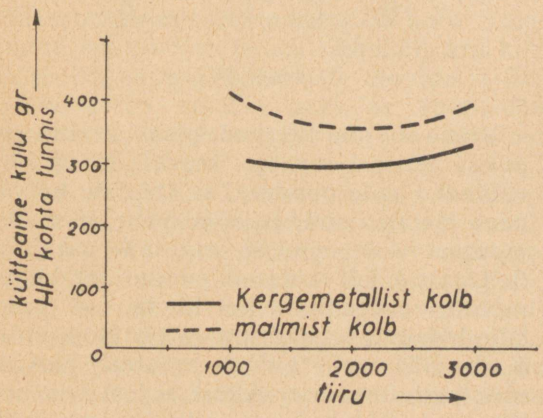
Nende pahede kõrvaldamiseks võeti suurte tiirudega mootoritel kasutamisele kergmetallist kolvid — alumiiniumist või elektronist.

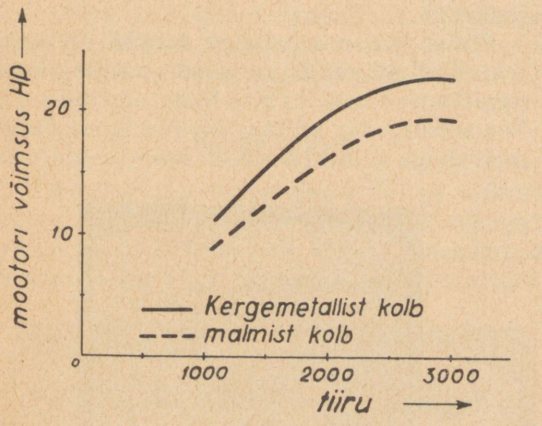
Alumiiniumkolbide materjal koosneb 86% alumiiniumist, 13,4% vasest ja 0,6% tsingist. Selle segu erikaal on umbes 2,8 kuni 3,0.

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

Alljärgnevas tabelis on toodud võrdlusnäiteid kolbide kaalu kohta, millest selgesti nähtub kergmetalli paremus vähema kaalu näol.

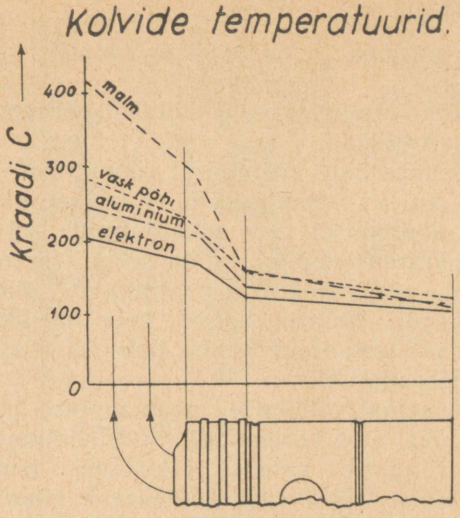
Silindri läbimõõt	Kolvi materjal		
	Malm	Alumiinium	Elektron
65 mm	475 gr	360 gr	300 gr
80 mm	1120 gr	820 gr	660 gr
100 mm	1670 gr	1325 gr	1050 gr





Joon. 54.

Alumiiniumi ja elektroni hea soojajuhtivuse tõttu ei lähe kergmetallkolvid mootori töötamisel nii kuumaks kui malmkolvid. See võimaldab mootori silindris põlevsegu surutaktil tugevamini kokku



Joon. 55.

suruda, ilma et tekiks enneaegset süttimist. Sellega saavutame mootorilt suuremat võimsust.

Nagu diagrammidest joon. 54 on näha, võimaldab kergemetallkolvide kasutamisele võtmine mootori võimsuse tõusu kuni 25% ja põletise säästu kuni 20%.

Kergmetallide väikese soojamahutavuse kasu tuleb ilmsiks vähese õlikulu näol, mida vajab kergmetallkolbidega varustatud mootor. Õlikulu võib väheneda kuni 40% võrreldes malmkolbidega. See on seletatav sellega, et malmkolb evib 30% võrra suuremat soojamahutavust kui kergmetallkolb, mistõttu esimene põletab kolvi põhjale sattunud õli rohkem. Malmkolvi põhi võib kuumeneda niivõrd, et põletab ka seda õli, mis pritsub kolvi põhjale altpoolt. Joon. 55 on toodud võrdluskõverad mitmesugustest materjalidest kolbide kohta, millest on näha, et elektronkolb evib palju väiksemat erinemist kolvi põhja ja kolvi juhtpinna temperatuuride vahel kui malmkolb.

Kergmetallkolbide taamus seisneb silindri paisumisest erinevas paisumises. Soojenemisel paisub kergmetallist kolb enam kui silinder; seda peab arvestatama kolbide sobitamisel silindritesse. Kolvi õige paisumisvahe valimine on mootorite kokkupanemisel olulisemaid ülesandeid. Kui paisumisvahe on võetud liiga väike, siis kolvid sööbivad mootori soojenedes töötamisel. Kui aga paisumisvahe on võetud liiga suur, on uus mootor taoline vanale kulunud mootorile, mis töötab kol-

bide kloppimisest vastu silindriseinu tekkiva müraga ja on suureks põletise raiskajaks.

Kergmetallist kolvid kuluvad kiiremini ja on kallimad.

Malmkolbide sööbimisel rikunduvad nii kolb kui ka silindri sein. Kergmetallkolbide sööbimisel, mis võib juhtuda kõrge temperatuuri puhul, võib kolb kergemal juhul peale mootori jahtumist jällegi vabaneda. Sellisel korral pole harilikult vaja mootori lahtivõtmist kolvi ja silindri kordaseadmiseks.

Raskemal sööbimisel peab mootor lahti võetama, sest kergmetall satub sööbimisel kolvirõngaste vahele, takistades nende vetrumist *(mistõttu kolb muutub ebatihedaks)*, ja hõõrdub külge silindri seintele. Silinder tuleb üle lihvida ja kolb vahetada uue vastu või vana korda seada.

Nagu diagrammist 55 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.

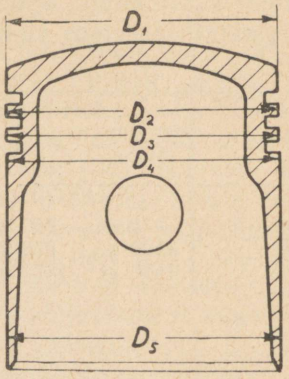
Keskmiselt jäetakse paisumisvahet kolvi läbimõõdu iga 100 mm kohta:

	põhja kohal	juhtpinna kohta
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.

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

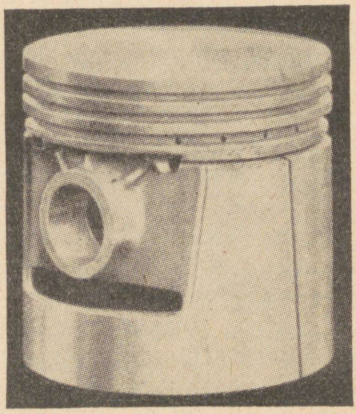
Nagu nägime, peab kolb liikuma silindris edasi-tagasi, kuid olema siiski täiesti tihe ka kõrgetel temperatuuridel, et ei tekiks plahvatussurve kadu kolvi ja silindri vahelise pilu kaudu. Kui kolvi juhtpind oleks niivõrd tihe, et plahvatussurve ei pääseks kolvi ja silindri seina vahelt ka külmalt läbi, liiguks soe kolb niivõrd tihedalt silindris *(liiga suur hõõrdumine)*, et selle liigutamiseks kuluks suur osa plahvatussurvel tekkivast tööst. Kui aga kolb oleks vaid kuumalt tihe, oleks ta külmana ebatihe, mistõttu ei saaks surutakti vältel põlevsegu kokku suruda, vaid kokkusurutav segu voolaks silindri seina ja kolvi vahelt läbi kartrisse, rikkudes seal õli.



Joon. 56.

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

Püsise paisumisvahega kolvid on kergmetallkolvid, mille juhtpind on tiide (mitteparalleelselt teljele) läbi lõigatud (joon. 57). See sobitatakse külmas olekus täpse paisumisvahega silindrisse. Kui mootor soojeneb



Joon. 57. Kolb läbilõigatud juhtpinnaga.

ning kolb paisub, sulgub läbilõikepilu, aga paisumisvahe ei muutu. Selliste kolvide mootorisse monteerimisel peab kolvi juhtpinna pilu seatama väiksema külgsurve poole. Pilu on tehtud tiide selleks, et silindriseinale ei jääks kulumisel kõrgem rõõne. Ka aitab viltune lõige laotada õli silindriseintele ühtlaselt.

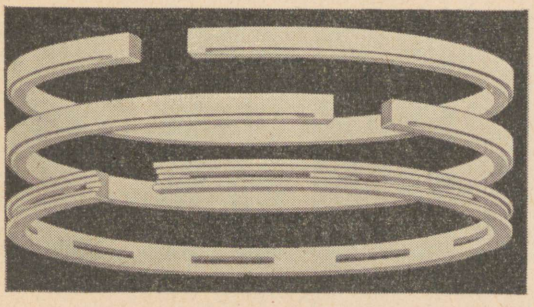
Viimasel ajal mõnedel automootoritel kasutamisele võetud elektrolüütilisel teel inglistinaga kaetud kolbidel on palju väiksem hõõrdumine silindri seinaga. Tinaga kaetud kolvipinda saab töödelda siledamaks, milletõttu kolvi paisumisvahe võib olla poole väiksem. See aga tähendab plahvatussurve kadu vähenemist või, teisiti öeldud, mootori võimsuse tõusu ja kokkuhoidu põletise kulus. Samuti see parandab kolbide ja silindriseinte vahelisi õlitustingimusi, vähendades õli kulu. Tinutatud kolb hoiab peagu täielikult ära kolbide sööbumise, lühendab mootori sissetöötamiseks vajalist aega ja võimaldab mootori sissetöötamisel kasutada suuremat auto sõidukiirust.

Peale kolbide katmist tinaga 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, mille tõttu hoiab paremini õli kolvi ja silindriseina vahel, mis kindlustab paremat silindriseina õlitust.

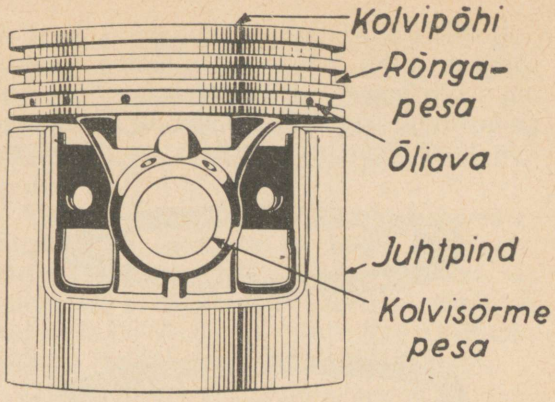
Kolbi elektrolüütilisel teel mõne erimetalliga katmisel kattuvad ka kolvinaga pesa avad ja kolvirõngaste pesade seinad, sellega vähendades nende kulumist.

Kolvirõngad.

Tiheduse saavutamiseks kolvi ja silindri seina vahel asetatakse kolvile kolvirõngad (joon. 58). Selleks on kolvid varustatud vastavate nuutidega — rõngapesadega.

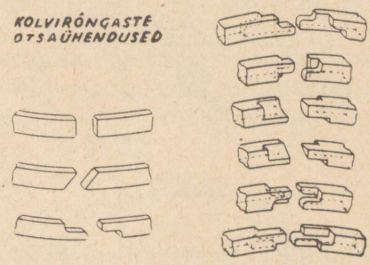


Joon. 58. Kolvirõngad.



Joon. 59. Kolb.

(Joon. 59.) Kolvirõngas täidab ainult siis oma ülesannet täielikult, kui ta vetrudes end ühtlaselt surub vastu silindri seina. Rõngaste mahavõtmise, pealetõmbamise ja vedrutamise võimaldamiseks on kolvirõngas ühes kohas läbi lõigatud, nn. kolvirõnga „lukk". Joonisel 60 on toodud mitmetüübilisi rõngalukke. Luku liiga pikk ots võib kergesti murduda, liiga lühike aga hakkab surugaasi läbi laskma. Lukk peab olema lihtis valmistamisel, kuid tihe töötamisel.



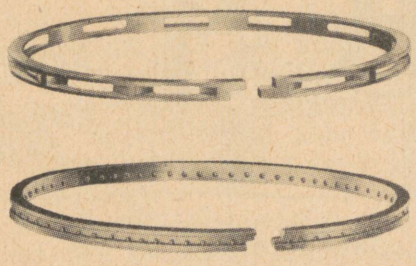
Joon. 60. Rõngalukutüüpe.

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

Kolvirõngad valmistatakse kõrgeväärtuslikust malmist, sest malm ei kaota ka kuumalt oma vetruvust ega riku silindri seinu. *(Terasrõngas kaotaks oma vetruvuse töötamisel kuumades gaasides ja kulutaks liialt silindri seinu).*

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

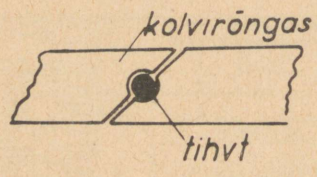
Harilikult asetatakse kolvile 3 kuni 4 rõngast. Tihti on kõige alumine rõngas nn. **„õlirõngas“,** mille ülesanne on koguda silindri seinalt üleliigne õli ja see juhtida tagasi kartrisse. Selleks on õlirõngad



Joon. 61. Õlirõngad.

varustatud mulkudega või väljalõigetega (joon. 61), mille kaudu õli silindri seinalt pääseb kolvi sisemusse. Õli voolamiseks läbi kolvi seina on sein õlirõnga pesa kohalt varustatud mitme läbipuuritud mulguga (joon. 59).

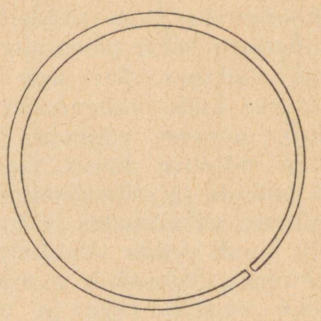
Õlirõngad ei võimalda liigselt õli pääsemist surukambrisse, kus see põledes tekitaks õlikoksi või satuks küünla elektroodidele, takistades korraliku elektrisädeme tekkimist põlevsegu süütamiseks.



Joon. 62.

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 kinnistatakse kolvirõngad kindlasse asendisse, millega luudetakse nende pööramisvõimalus. Seda saavutatakse peamiselt väikese tihvti abil, mis kruvitakse kolvi seinasse rõnga luku kohale (joon. 62). Neljataktilisel mootoril pole selline kolvirõngaste kinnistamine oluline, sest siin pole silindri seintes kanaleid, mille serva taha rõngalukk saaks haakuda.

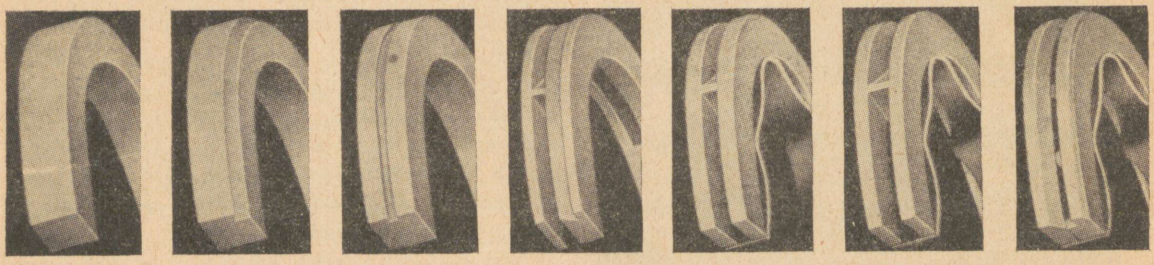
Kuna mootori töötamisel kolvirõngaski soojenedes paisub, peab külma rõnga asetamisel silindrisse jäetama selle otsade vahele paisumisvahe.



Joon. 63.

Paisumisvahet jäetakse umbes 0,10 mm rõnga läbimõõdu iga 100 mm kohta.

Omal ajal kasutati ka ekstsentrilisi rõngaid, s. o. rõngas oli luku vastaspoolel paksem kui luku kohal (joon. 63). See oli tingitud sellest, et rõngaste pealepanemisel ja mahavõtmisel need sageli murdusid just rõnga luku vastaspoolel. Pealegi oldi arvamisel, et luku suunas peenemaks muutuv ekstsentriline rõngas end ühtlasemalt surub vastu silindri seina. 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

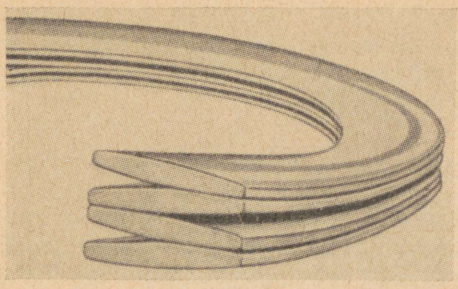


1 2 3 4 5 6 7

Joon. 64.

terves ümbes *(ümbermõõdus)* täiesti ühtlaselt vastu silindri seina.

Malmist ja kergmetallist kolbidel kasutatakse erinevaid rõngaid; siinjuures tuleb arvestada malmi ja kergmetalli omadusi. Kuna kergmetall on pehmem, võetakse



Joon 65.

kergmetallkolbide jaoks rõngad, mille seina paksus on tugevam, kuid rõngas on laiuselt õhem.

Alljärgnevas tabelis on toodud näitena kolvirõngaste mõõtmed malm- ja kergmetallkolbide jaoks.

Rõnga läbimõõt	Malmkolvi rõngas		Kergmetallkolvi 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 kolvirõngavabrikute poolt lastud turule mitu tüüpi kolvirõngaid, mille eesmärk on mootori töötamise viimistlemine, plahvatussurvekao takistamine ja õli ühtlane jaotamine silindri seinale. Joon. 64 näeme järgmisi rõngatüüpe: 1) peamine 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.

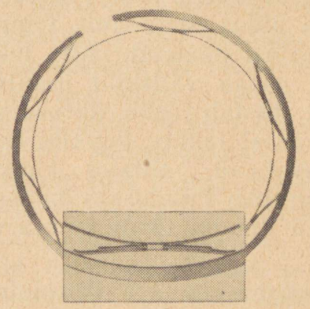
Joon. 65 toodud rõngas on valmistatud erilisest terasest, mis ei kaota kuumuses oma vetruvust ja koosneb neljast õhukesest rõngast. Vabrik soovitab neid kasutada kulunud silindritega mootoris rõngaste vahetamisel. Need liibuvad hästi kulunud silindriseinale, milleläbi takistub plahvatussurve kadu ning saavutatakse kulunud mootorilt suuremat võimsust.

Joon. 66 toodud rõngas evib seespool õhukest terasrõngast, mille külge on kinnitatud terve rida üksikuid vedrusid. Need vedrud, toetudes rõngapesa põhjale, suruvad rõnga tugevasti vastu silindri seina. Sellega saavutatakse, et rõngas ka suurtel kolvikiirustel hoidub tugevasti vastu silindri seina, takistades plahvatussurve kadu.

Ülemine rõngas töötab kõige raskemates tingimustes, sest see on kõige lähedamal kuumadele gaasidele. Sageli valitakse see laiemana, et ta suudaks paremini sooja üle kanda kolvi ülemiselt osalt silindri seintele. Sellega hoidub kolvi põhi jahedamana.

Uue mootori või remonteeritud mootori uued kolvirõngad ei tihenda alul hästi, sest need ei sobi täielikult silindri seintele. Hea tihendus saavutatakse mootori mõneaegse töötamise järele. Mootor tuleb nn. **sisse töötada.** Sissetöötamise perioodil tuleb auto sõidukiirust piirata. Autovabrikute ettekirjutuste kohaselt ei tohi auto sõidukiirus algse 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 mahasõitmise sissesõiduperioodi kiirustega võib autoga arendada täiskiirust.

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



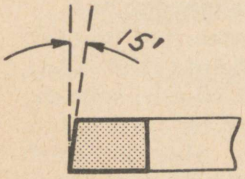
Joon. 66.

Üheks viisiks on, et pealmiseks rõngaks ei võeta täiesti silindrilist rõngast, vaid 15′ all kooniline rõngas (joon. 67). Kuna alul sellisel rõngal vaid üks serv toetub silindri seinale, siis see serv kulutab end mootori lühiaegsel töötamisel silindri seina järeliseks, saavutades kiiremini tiheduse. Kuna selle rõnga koonilisus on vaid 15′, siis pole seda palja silmaga peaagu märgatagi. Tava-

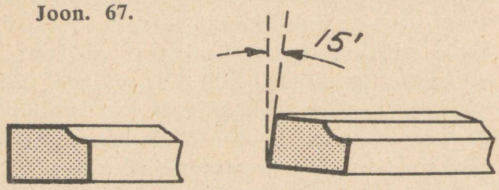
liselt on sellistel rõngastel pealmine pool märgitud.

Teine samal põhimõttel kiiremini sissetöötav rõngas on toodud joon. 68. Vabana on see rõngas silindriline, kuid silindrisse kokkupigistatuna kaldub kooniliseks ühekülgse sisemise väljalõike tõttu.

Rohkesti kasutatakse kolvirõngaste sissetöötamise kiirendamiseks, parandamiseks ja kulumisele vastupidavamaks muutmiseks nende katmist elektrolüütilisel teel kadmiumiga, inglistinaga, seatinaga või mõne teise metalliga. Katmine inglistinaga on väga levinud ja on andnud häid tulemusi.



Joon. 67.



Joon. 68.

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

Otstarbekohaseks on osutunud kolvirõngaste fosfateerimine, sulfiteerimine ja mehaaniline katmine mõne ainega. Nende mooduste paremuseks on, et see teostub normaaltemperatuuril.

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

Sulfiteerimiseks tarvitatakse peamiselt raudsulfiiti, mille kiht on kolvirõngal teataval määral plastiline, seega hõlpsasti sobituv silindri seinale vähesel mootori töötamisel. Selle tagajärjel teostub kolvirõngaste sissetöötamine kiiresti.

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

Keps.

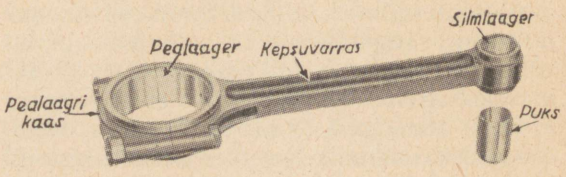
Keps seob väntvõlli kolviga ja kannab põlemisel silindris tekkiva plahvatussurve kolvilt üle väntvõllile, muutes väntvõlli abil kolvi sirgjoonelise edasi-tagasi-liikumise tiirlevaks liikumiseks. Keps koosneb silmlaagrist, kepsusäärest ja pealaagrist (joon. 69).

Kepsud valmistatakse kas terasest või kergmetallist.

Teraskepse kasutatakse oma odavama hinna tõttu peamiselt veoautode mootoritel, mille tiirudearv ulatub kuni 1800, ja hulgi valmistatavatel mootoritel.

Moodsates suurte tiirudega mootorites kasutatakse viimasel ajal enam kergmetallkepse — kas elektronist või duralumiiniumist, mis on kuni 40% teraskepsudest kergemad. Seega on kepsu inertsjõud väiksemad. Duralumiinium on kerge metall, mis koosneb alumiiniumist, magneesiumist, vasest, mangaanist ja vähesel määral mõne teise metalli lisandusest. Erikaal 2,8.

Kepsusääre läbilõikepind on kas „I"- või „O"-taoline (joon. 70).



Joon. 69. Keps.

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

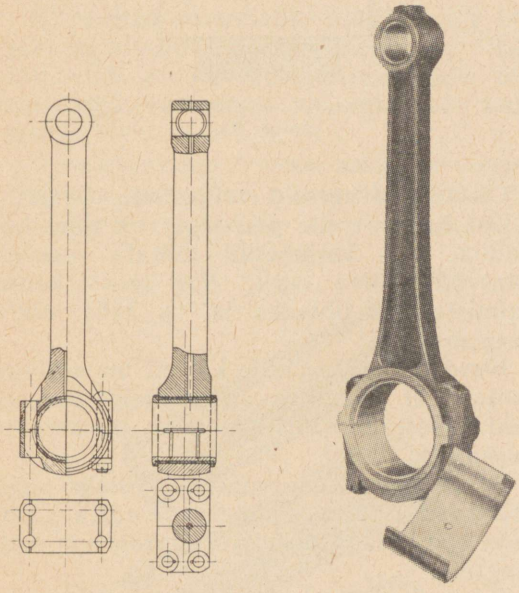
Enamal jaol kepsudel jäetakse kepsusäär töötlemata, sest selle raskus moodustab ainult 25% kogu kepsu raskusest; seega väike kepsusäärte raskuste erinevus pole kuigi mõõduandev. Seda suurema hoolega tehakse kepsu silm- ja pealaager ühesugusteks, s. o. üheraskusteks.

Erilist tähtsust evib kepsu pikkuse „l“ ja väntvõlli põlve pikkuse (vändaraadiuse) „r“ suhe „λ“ *(kreekakeelne täht, loe lambda)*

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

Mida suurem on „λ“, täh. mida pikem on keps, võrreldes väntvõlli põlve pikkusega, seda ühtlasem on mootori käik ja seda väiksem on kolvi külgsurve silindri seinale.

Aga teisest küljest kepsu ei saa liiga pikka ehitada, sest pikema kepsu suureneva raskuse tõttu kasvab ta 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 = 4,2 kuni 4,8; täh. keps on 4,2 kuni 4,8 korda pikem kui väntvõlli põlv.

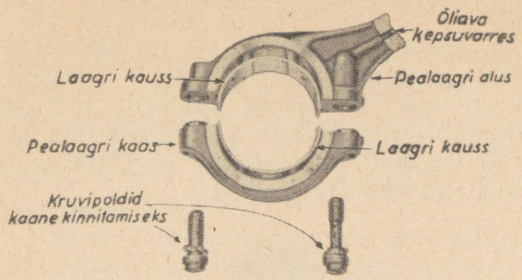


Joon. 70.

Kepsulaagrid.

Kepsu kolvipoolses otsas asetseb nn. silmlaager ja väntvõlli poolses otsas kepsu pealaager.

Silmlaager valmistatakse teraskepsudel peamiselt pronkspussina, mis surutakse tugevasti oma pesasse. Kuna pronkspuss talub tugevat erisurvet *(surve pinna ühikule, kg/cm²)*, pealegi pöördub laager kolvinagal ainult väikese kaareosa võrra



Joon. 71. Kepsu pealaager.

edasi-tagasi, siis võib silmlaager olla märksa väiksem kui kepsu pealaager.

Kepsu pealaagris seevastu tiirleb väntvõlli põlvtapp, mispärast see on valmistatud vähema hõõrdumise saavutamiseks babiidist.

Babiit on hallikasvalge, madala sulamistemperatuuriga (umbes 250° C) metall, mis koosneb umbes 80% tinast, 8% vasest, 12% antimonist.

Babiidist valmistatud laagri hea omadus on see, et juhusliku õlitusrikke puhul babiit sulab, millega välditud väntvõlli vigastumine kriimustuste või suurest hõõrdumisest tingitud kõrge kuumuse näol. Kepsu pealaagri babiidikihi ülessulamisel tekib mootoris tugev metalliline terav kloppimine. Kloppimine mootoris tõmbab enesele sõidukijuhi tähelepanu, kes viibimata peab mootori seiskama. Odavam ja vähem aegaviitev on kepsu pealaagri babiidi uuendamine või laagri vahetamine kui rikutud väntvõlli parandamine. Babiit aga ei talu nii suurt erisurvet *(pehme metall — mitte palju kõvem tinast)* kui pronks, mispärast kepsu pealaager peab olema märksa suurem kui silmlaager.

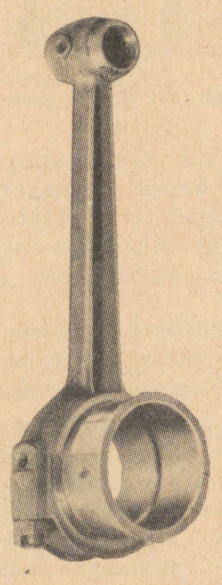
Suurte tiirudega mootoritel on silmlaager, mille pronkspuss on kaetud babiidiga, osutunud küllalt vastupidavaks.

Kergmetallkepsudel kasutatakse silmlaagreid mitte pronksist, vaid elektronist. Seda tehakse kerguse mõttes ja see on andnud häid tulemusi. Teraskepsudel ei saa kasutada elektronist pussi, sest nendel kahel metallil on liiga erinevad paisumised, mistõttu elektronist puss võib mootori töötamisel kuumenedes kolvinaga külge kinni jääda, tekitades mootori riket.

Silmlaagri ehitamist pussi näol eelistatakse selle tõttu, et kulumise puhul on pussi kerge vahetada.

Kepsu pealaager koosneb kahest poolest: alus ja kaas (joon. 71). Kaas tõmmatakse kinni kahe või nelja kruvipoldiga. Ta peab olema niivõrd tugev, et kolbide sööbimisel mootor ennem seisma jääb kui

kaas puruneb. Laager on vooderdatud kahe 2—3 mm paksuse pronks- või terasest liuaga, mis on kaetud babiidist korraga (vooderdisega). Kaane kinnistuspoldid läbivad osaliselt pronksliudu, mistõttu need ei saa end pöörata paigast.



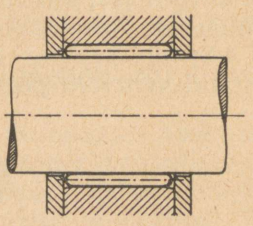
Joon. 72.

vigastumise korral tuleb terve keps uuendada või lasta uus babiidikiht valada kepsu laagrisse. Babiidikiht jääb teraskepsu pealaagri külge, kui see enne on tinutatud.

Üheks mooduseks kepsude pealaagrite kuluvuse vähendamiseks on ehitada need babiidiga kaetud õhukesest terasplekist liudadena (pussidena), mis asetatakse lahtistena väntvõlli tapile.

Neile sobitatakse kepsu pealaager, mis aga pole kaetud babiidiga. (Joon. 72.)

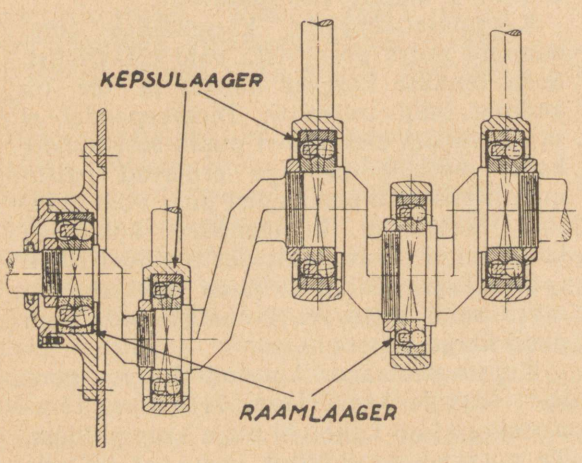
Seega tekib laagris libisemine kas väntvõlli tapi ja babiidist liudade vahel või kepsupea ja babiidist liudade vahel. Kui ühes libisemispinnas juhtub rikke tõttu kinnijäämine, võib laager teises libisemispinnas edasi töötada.



Joon. 74.

Mõned firmad kasutavad odavuse mõttes laagriliudu üksi babiidist, 2÷3 mm paksusi. See on andnud häid tulemusi väiksemate tiirudega mootoritel. Suurtel tiirudel sellised laagriliuad purunesid.

Kepsude kaalu vähendamiseks valmistavad mitmed autotehased kepse, mil pealaagril babiidikiht on otseselt valatud teraskepsu sisse. Need on osutunud väga otstarbekateks, kuigi laagrite kulumise või



Joon. 73.

On tehtud katseid valmistada kergmetallist kepse, mille pealaager on ilma babiidita, kus kergmetall töötaks otseselt väntvõlli põlve tapil. See teeks kepsu valmistamise lihtsaks ja ta 35% võrra kergemaks.

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

Suurte tiirudega mootoritel oleks väga otstarbekas vähese hõõruvuse tõttu kasutada kepsulaagritena kuullaagreid või rulllaagreid.

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

On tehtud hulk katseid poolitatud kuullaagritega ja mitmest üksikust tükist koosnevate väntvõllidega, kuid pole saavutatud niivõrd häid tulemusi, et selliseid mootoreid võiks hulgaliselt valmistada.

Seni on otstarbekohaseimaks lahenduseks ehitada väntvõlli tapid niivõrd suure läbimõõduga, et selle kuullaagri sisemine rõngas läheb üle väntvõlli põlvede (joon. 73).

Mootorratastel kasutatakse hea eduga kepsu pealaagriteks nõellaagreid. Need on vastupidavad plahvatuslöökidele, vähese hõõrdumisega ja vajavad vähe õlitamist. Autodel on nõellaagrite kasutamine kepsulaagritena veel katsetamise ajas. 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. 74).

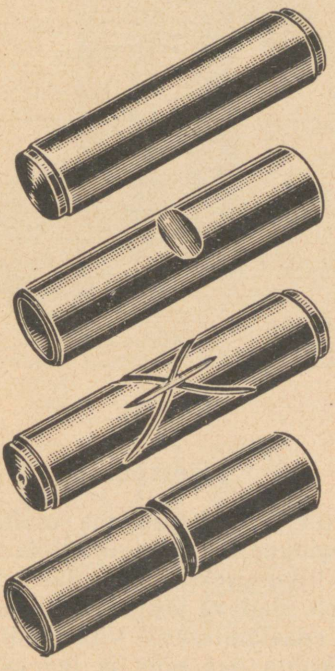
Kepsu ühendamine kolviga.

Kepsu ühendamiseks kolviga kasutatakse kolvinaga ehk kolvisõrme (joon. 75). See kujutab enesest seest õõnsat polti või toru, mille otsad asetsevad kolvi vastavates pesades. Kepsu silmlaager höörib kolvinagal. Plahvatussurve antakse kolvilt üle kepsule kolvinaga kaudu. Seepärast peab kolvinaga olema tugev, kuid suurte inertsjõudude vältimiseks ühtlasi kerge, sest ta liigub ühes kolviga üles-alla.

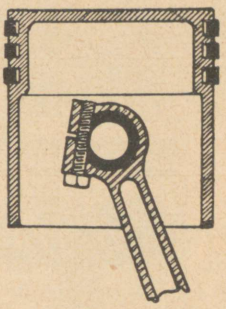
Kolvinaga materjaliks tarvitatakse kõrgeväärtuslikku kroomnikkelterast. Selle välispind on tsementeeritud, mis teeb kolvinaga välispinna vastupidavaks kulumisele.

Tsementeerimine on terase muutmine süsinikurikkamaks, mistõttu see muutub klaaskõvaks. Tsementeerimiseks asetatakse teras-ese söepulbriga kasti, mida kuumutatakse. Mida kauem tsementeeritavat eset kuumutatakse, seda paksemaks muutub eset kattev klaaskõva kiht. Et teada saada, kas ese on tsementeeritud või mitte, katsutakse teda viiliga. Viil ei jäta jälgi tsementeeritud pinnale, sest see on kõva.

Söepulbri asemel tarvitatakse nüüd patenteeritud pulbreid, mis annavad paremaid tulemusi.



Joon. 75. Kolvinagade tüüpe.



Joon. 76.

Kepsu võib kolvinaga abil selliselt ühendada kolviga, et

1) keps on kinnistatud kolvinagale ja kolvinaga höörib vastavates kolvipesades (joon. 76);
2) kolvinaga on kinnistatud oma pesadesse ja kepsu silmlaager höörib kolvinagal (joon. 77) ja
3) kolvinaga on lahtine kolvi vastavates pesades ja samuti kepsu silmlaager võib sellel höörida (joon. 78).

Vanematel automootoritel kasutati esimest moodust (joon. 76). Kuid sel kinnitusviisil oli see puudus, et kui kinnituskruvi vähegi lahti põrub kas mootori töötamisel või puuduliku kinnikeeramise tõttu peale mootori remontimist, tekib igal plahvatuslöögil kolvinaga ja kepsu vahel löök, mis võib isegi hädaohustada mootorit.

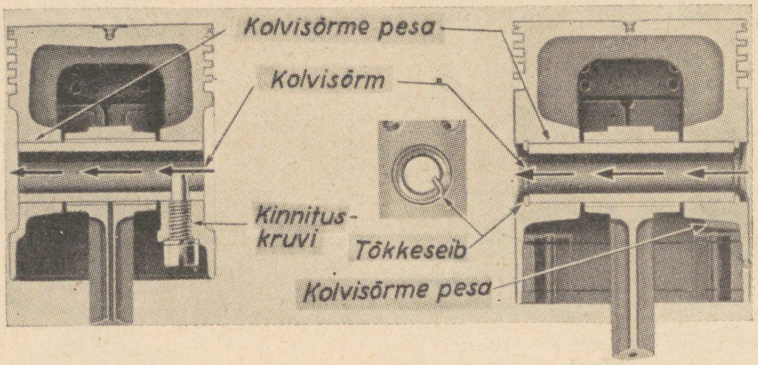
Ka teine moodus (joon. 77) evib puudusi, mistõttu seda viimasel ajal palju enam ei kasutata. Suurte tiirudega mootoritel vabanesid kinnistuskruvid ja kolvisõrmed pääsesid liikuma oma pikisuunas, sattusid vastu silindri seina ja kriimustasid seda. Pealegi oli kolvinaga pesa küljes oleva kolvinaga kinnistuskruvi kinnikeeramine tülikas halva juurdepääsu tõttu.

Praegu kasutatakse peamiselt kolmandat ühendamisviisi (joon. 78), kus kolvinaga on pöörduv nii kolvinaga pesas kui ka kepsu silmlaagris. Kolvinaga võib vabalt pöörduda kas kolvinaga pesas või kepsu silmlaagris. Seega 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 silindri seina, asetatakse selle kumbagi otsa kas vasest või elektronist kübar (joon. 79).

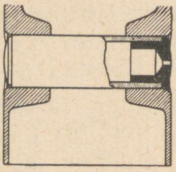
Tõkkeseibi ei tohi tangidega sedavõrd kokku pigistada, et seibi otsad ulatuvad ülestikku, sest siis nad painduvad ja ei vetru enam tagasi ega jää seetõttu peatuma kolvinaga pesas olevasse soonde, vaid tulevad mootori töötamisel välja ja kriimustavad silindri seina.



Joon. 77.

Joon. 78.

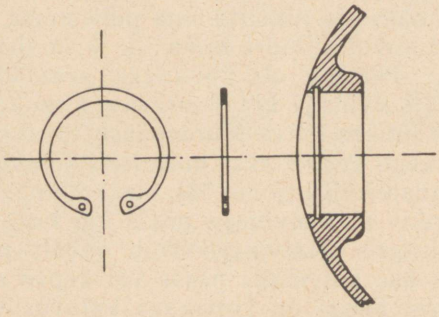
Otstarbekohaseks on osutunud vetruvate terastõkkeseibide kasutamine. Selleks on kolvinaga pessa treitud soon (joon. 80). Tangidega pigistatakse tõkkeseib otstest kokku ja asetatakse kolvinaga pesas ole-



Joon. 79.

vasse soonde (joon. 81). Tangide vabastamisel tõkkeseib läheb vetrudes laiali soone sisse ning takistab kolvinaga edasi-tagasinihkumist kolvis.

Seega hoitakse ära silindri seinte vigastamine kolvinaga poolt.



Joon. 80.

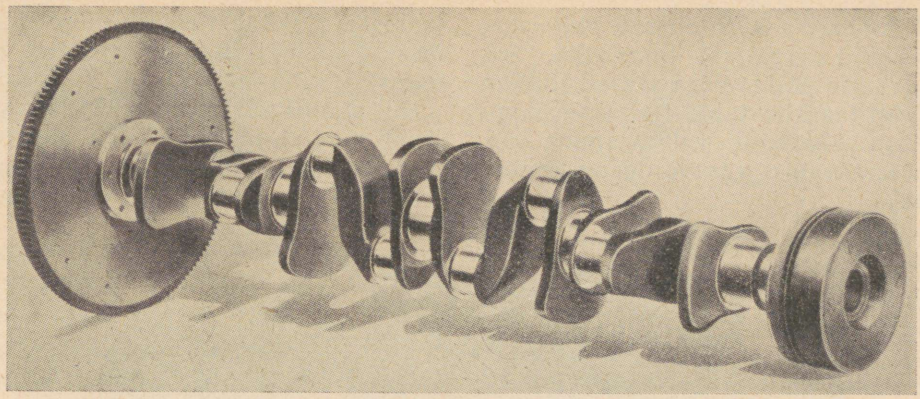
Tingimata kontrollida, kas tõkkeseib sattus oma soonde, selleks teda soones veidi pöörates. Kruvikeerajat või mõnda muud eset mitte kasutada tõkkeseibi kohalesurumiseks, vaid ainult ümarguste otstega tange.



Joon. 81.

Väntvõll.

Väntvõll ühes kepsudega muudab kolbide sirgjoonelise üles-alla-liikumise tiirlevaks liikumiseks, koondab kõikidelt silindritelt saadava jõu ja annab selle edasi sõiduki edastamiseks. Väntvõllil on iga silindri kohta üks põlv ja iga raamlaagri kohal tapp; tagaotsas on tal äärik hooratta

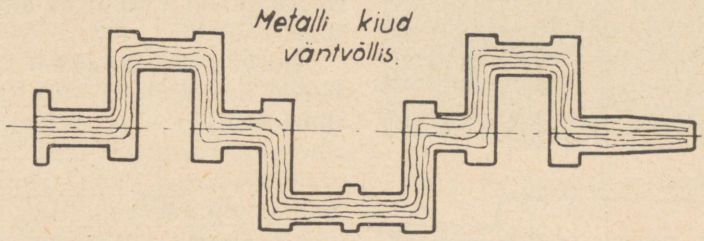


Joon. 82. Väntvõll.

kinnistamiseks ja esiots kohandatud käivitusvändaga käivitamiseks (joon. 82).

Eespool tutvusime väntvõlli põlvede nurkasukohtade mitmesuguste võimalustega, sõltuvalt silindrite arvust ja mootori käigusujuvusest. Mitmesilindrilise mootori väntvõll on oma mitme põlve tõttu, mis

Enamasti pressitakse väntvõllid võimsate hüdrauliliste presside all väntvõlli kuju omavais vormides. Enne seda painutatakse nad ette, et metallikiud oleksid pikuti väntvõlli (joon. 83). Osa autovabrikuid taob väntvõllid välja auruhaamritega. Mõned vabrikud treivad väntvõllid jäme-

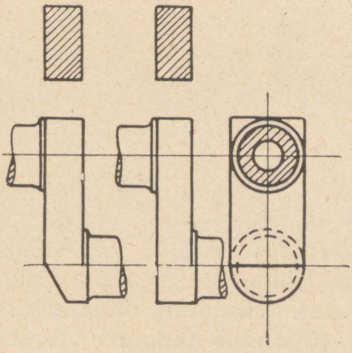


Joon. 83.

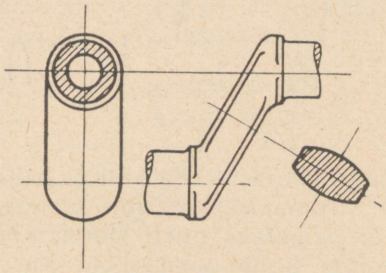
asetsevad mitmes eri tasapinnas, keerukamaid mootoriosi töödelda. Pealegi vajab väntvõlli valmistamine erilist täpsust. Väntvõll valmistatakse parimast kroomnikkelterasest, et ta oleks suuteline taluma tuhandeid plahvatuslööke, ei painduks töötamisel, mis mõjutaks laagreid sööbivalt, ega väänduks.

dast silindrikujulisest terastükist või puurivad välja lamedast terasplaadist.

Väntvõlli põlvede sääred freesitakse kõik ühtlasteks. Töö lihtsustamiseks valmistatakse need neljakandilise põiklõikega (joon. 84). Põlvede välisnukad treitakse või freesitakse maha, et võita kaalus. Tihti valmistatakse sääred ovaalsed. See väljatöötamisviis on kallim, kuid väntvõll tuleb kergem (joon. 85) ja sääred on õhemad, mis võimaldab ehitada mootori lühemana.

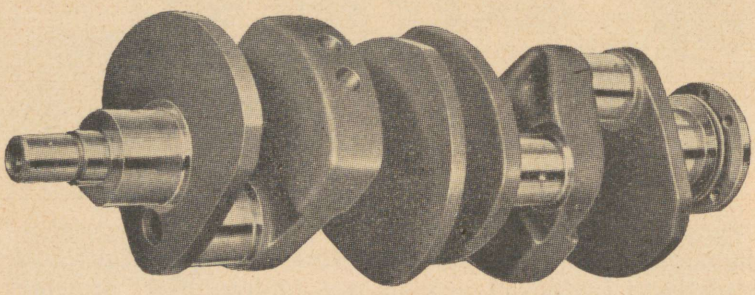


Joon. 84.



Joon. 85.

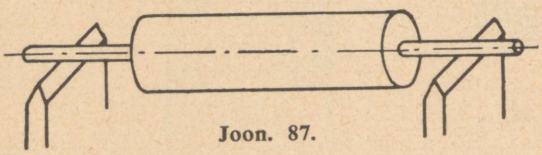
Mõned Ameerika autotehased valmistavad väntvõllid ovaalsest teraslatist. Sel jäetakse ovaalse põiklõikega sääred töötlemata. Ainult laagrite tapid treitakse parajaks. Sellise väntvõlli valmistamine on odav. Ka terasvalust väntvõllid on osutunud headeks.



Joon. 86. Väntvõll terasvalust.

Väntvõlli tasakaal.

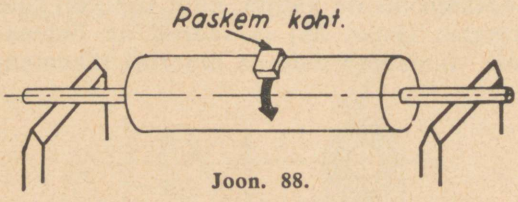
Mootori vaikne ja vibreerimisvaba töötamine oleneb hästi tasakaalustatud väntvõllist. Väntvõll peab olema tasakaalustatud nii **staatiliselt** kui ka **dünaamiliselt,** s. o. väntvõll peab olema tasakaalus nii paigalseismisel kui ka tiirlemisel.



Joon. 87.

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

Staatiliselt tasakaalustatud võlli all mõistame võlli raskuse sellist jaotust, et kahele

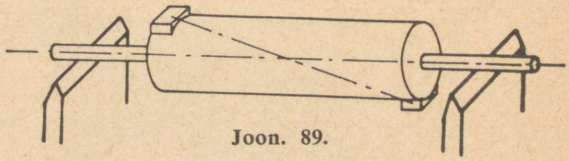


Joon. 88.

teravale pukile asetatud võll ei hakka iseenesest tiiruma, ükskõik mis asendisse me ta ka ei paigutaks pukil (joon. 87). Kui võlli mingi koht on raskem kui teised (joon. 88), siis pole võll staatiliselt tasakaalus ja hakkab raskuse mõjul pukil iseenesest pöörduma, kuni raskem koht on end alla pööranud.

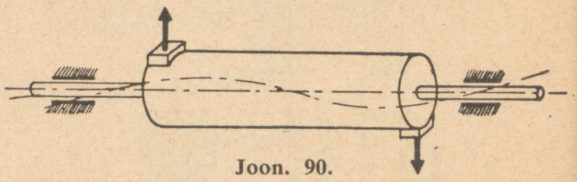
Kui staatiliselt mittetasakaalus väntvõll tiirleb, tekitab raskema koha tsentrifugaaljõud väntvõlli vibreerimist, mis mõjutab halvasti väntvõlli laagreid ning paneb kogu sõiduki vibreerima. See vibreerimine pikapeale põrutab lahti autokere ja šassii ühendused ja on ebamugav taluda autos istujaile.

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

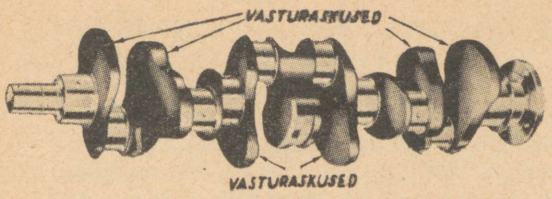


Joon. 89.

Näiteks kui võllil on kaks võrdse raskusega kohta, mis asetsevad küll diametraalselt vastastikku, aga teine teisel pool võlli otsas (joon. 89), siis on võll staatiliselt täiesti tasakaalus, sest need raskused tasakaalustavad end igas võlli asendis. Kui aga sellist võlli tiirutada, tekitab kumbki raskus tsentrifugaaljõu, mis püüab võlli painutada (joon. 90). See on dünaamiline tasakaalutus. Väntvõlli dünaamiline tasakaalutus väljendub mootori vibreerimises, mille tulemuseks on laagrite kiire kulu-



Joon. 90.



Joon. 91.

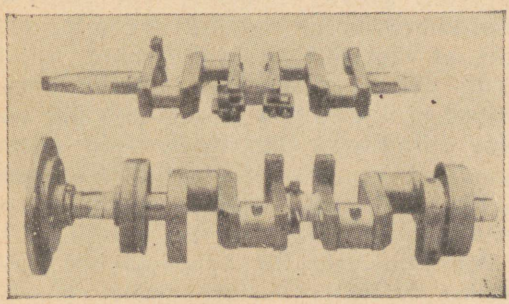
mine, mootori võimsuse vähenemine laagrite suurendatud hõõrdumise tõttu ja mootori mittevaikne, ebaühtlane käik.

Vibreerimised, mis tekivad väntvõlli tasakaalutuse tõttu, korduvad väntvõlli tiirlemise taktis ja võivad, kui nad satuvad resonantsi mootori tiirudega, nn. **„kriitilistel tiirudel"** liituda ja muutuda niivõrd tugevaks, et kutsuvad esile väntvõlli murdumise.

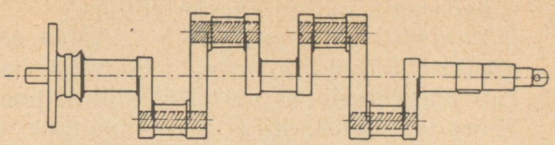
Igal mootoril on omad kriitilised tiirud, kuid need püütakse viia väljapoole mootori normaalseid töötamistiirusid mootori ehitusmõõtmete abil ja väntvõlli tasakaalustamise teel. Seega mootori töötamisel normaalsetel töötamistiirudel pole karta hädaohtlikku vibreerimist ega väntvõlli purunemist. See võib aga siiski ette tulla „täisgaasiga" töötaval mootoril, kui koormus järsku langeb.

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

Väntvõlli tasakaalustamiseks kinnistatakse väntvõllile põlvede vastassuunas vasturaskused (joon. 91, 92) või puuritakse väntvõlli põlved seest õõnsaks (joon. 93), kusjuures mulgud puuritakse vajadust mööda kas jämedamad või peenamad. Sellega mõnikord väntvõll kaotab küll oma staatilise tasakaalu, kuid võidab dünaamilises tasakaalus, mis on olulisem.

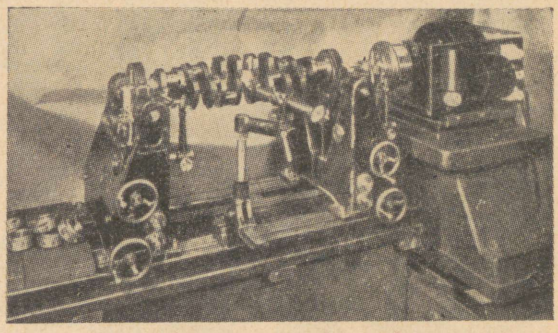


Joon. 92.



Joon. 93.

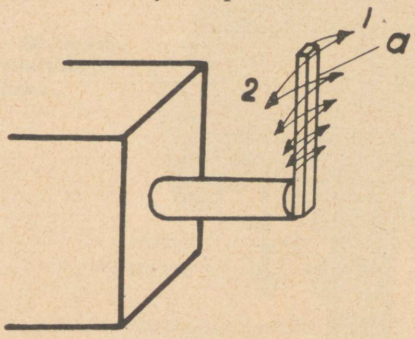
Mootori väntvõlli tasakaalustamine toimub teoreetiliste arvutuste alusel. Enne väntvõlli asetamist mootorisse kontrollitakse neid eripinkidel nii staatilise kui ka dünaamilise tasakaalu suhtes (joon. 94) ja tehakse seejuures tarviduse korral vastavaid parandusi raskuste juurdelisamisega või mahavõtmisega *(väntvõlli sääresse puuritakse väikesed augud).*



Joon. 94. Väntvõllide tasakaalu kontrollpink.

Pöördvibreerimiste leevendi.

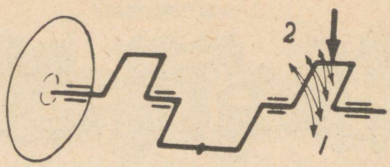
Kujutleme elastset *(näit. kummist)* võlli, mis ühe otsaga on kinnistatud seina külge, kuna teine ots on vaba (joon. 95). Vaba otsa keeramiseks on selle külge kinnistatud hoob a. Kui keerata hoob seisu 1 ja siis lahti lasta, langeb hoob tagasi oma algseisu, möödub isegi sellest ja paiskub hoo tõttu edasi seisu 2. Sealt alates kordub viipumine edasi-tagasi üha väheneva viibuga kuni hoob jääb peatuma oma algseisu.



Joon. 95.

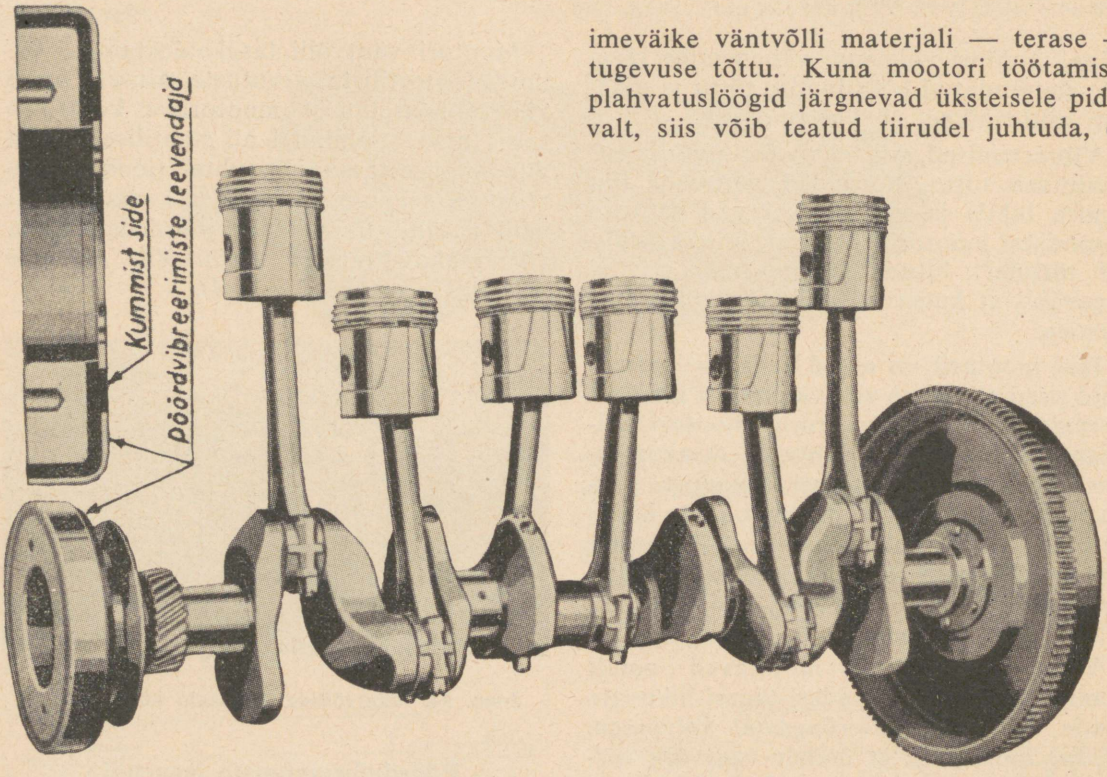
Sedasama juhtub ka väntvõlliga.

Väntvõlli põlv, mida võib võrrelda eespoolkirjeldatud elastse võlli hoovaga, hakkab plahvatuslöögi mõjul samuti viipuma hooratta suhtes, kuigi see viipumine on

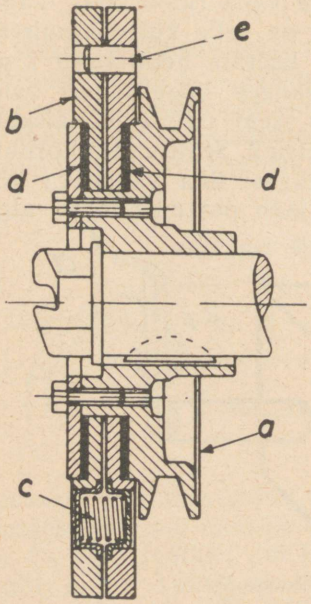


Joon. 96.

imeväike väntvõlli materjali — terase — tugevuse tõttu. Kuna mootori töötamisel plahvatuslöögid järgnevad üksteisele pidevalt, siis võib teatud tiirudel juhtuda, et



Joon. 97. Väntvõll pöördvibreerimiste leevendiga.



Joon. 98. Pöördvibreerimiste leevendi.

iga järgnev plahvatuslöök tabab väntvõlli põlve sel hetkel, kui see on tagasi viipumas seisust 2 seisu 1 (joon. 96), seega iga järgnev plahvatuslöök suurendab väntvõlli põlve viipe. Neid mootori tiire, mis resoneerivad väntvõlli põlve viipumisega, nimetatakse kriitilisteks tiirudeks. Mootori olles kriitilistel tiirudel võib juhtuda, et väntvõlli põlve viipumine või väntvõlli pöördvibreerimine muutub niivõrd suureks, et väntvõlli materjal ei suuda sellele vastu panna ja murdub. Mootori tiirud võivad kriitilised olla mitte ainult ühe teatava tiirudearvu läheduses, vaid mitme omavahel erineva tiirudearvu läheduses. Sellest tekkivad pöördvibreerimised on seda suuremad, mida pikem on väntvõll.

Pöördvibreerimiste vähendamiseks asetatakse hooratta vastaspoolsele väntvõlli otsale vibreerimisleevendi (joon. 97). See ei hävita küll täielikult väntvõlli pöörd-

vibreerimisi, vaid, nagu ta nimigi ütleb, leevendab *(vähendab)* neid.

Vibreerimisleevendeid on mitu tüüpi. Joonisel 98 kujutatud vibreerimisleevendi koosneb kahest osast. Osa a, mis ühtlasi on ventilaatori rihma vedaja, on väntvõllil kiilu peal. Selle rummul istuvad kaks ketast b, mida vedru c surub laiali, tekitades ferodoo-ketaste d abil hõõrdepidu osade a ja b vahel. Polt e hoiab kettaid b teineteise suhtes pöördumast, mis viiks vedrud c kiiva.

Vibreerimisleevendi astub ainult siis tegevusse, kui pöördvibreerimine ulatub üle lubatud määra. Väntvõlli otsa pöörlemisel (edasi-tagasi pöörlemisel) hooratta suhtes üle teatud määra, mis ületab hõõrdumistakistuse a ja b vahel, jääb osa b oma inertsi tõttu osast a maha. Seetõttu väntvõlli põlve viipumine ja mootori plahvatuslöögid satuvad resonantsist välja ja pöördvibreerimine e. höörimine väheneb.

Joon. 97 toodud pöördvibreerimiste leevendi koosneb kahest teraskettast, mis on kokku vulkaniseeritud kummiga. Kummi elastsuse tõttu on sisemisel kettal võimalus pöördvibreerimisi leevendada.

Joon. 99 toodud pöördvibreerimiste leevendi on ehitatud ühte hoorattaga.

Pöördvibreerimiste leevenditega varustatud mootorid töötavad palju vaiksemalt kui ilma.

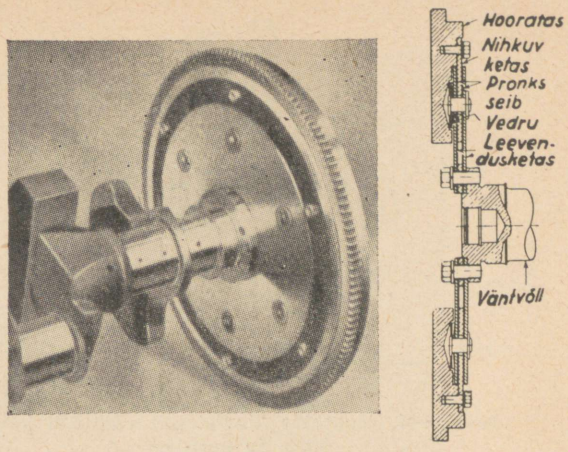
Hooratas.

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 plahvatuslöögist kiirendatud väntvõlli tiirlemishoogu *(millega ta töötaktil vähendab väntvõlli tiirlemiskiirust)* ning annab selle hoo väntvõllile tagasi kolme järgneva takti vältel, suurendades töötaktidevahelist vähenevat väntvõlli tiirlemiskiirust.

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

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 aktsele-



Joon. 99. Pöördvibreerimiste leevendi, ehitatud ühte hoorattaga.

reerumist *(tiirude kiiret juurdevõtmist)*, mida aga nõutakse praegusaja mootoritelt.

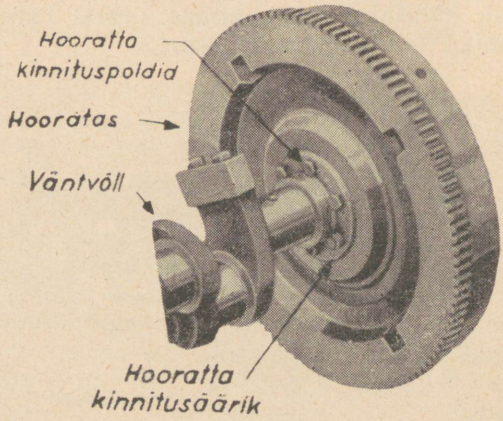
Horattad valmistatakse terasest.

Sobitatud kinnituspoltide abil hooratas on kinnitatud väntvõlli kinnistusääriku külge (joon. 100) või asetseb väntvõlli otsa koonusel (joon. 101), olles sinna kinnistatud kiilu ja mutri läbi. Esimene moodus on otstarbekam ja leiab rohkem kasutamist.

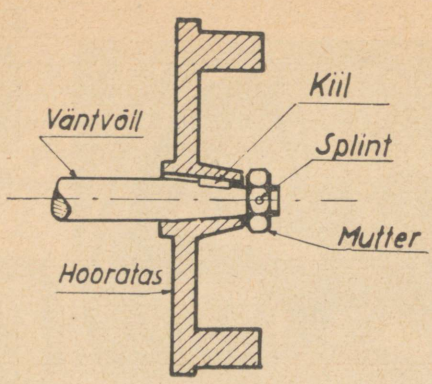
Peale oma otsese ülesande pannakse hoorattale hulk kõrvalülesandeid, näiteks hooratta külge kinnistatakse hammasrattakrants mootori käivitamiseks startriga, sidur jõu ülekandmiseks mootorilt, õhkjahutusmootoritel ventilaatori ajamiseks jne.

Raamlaagrid.

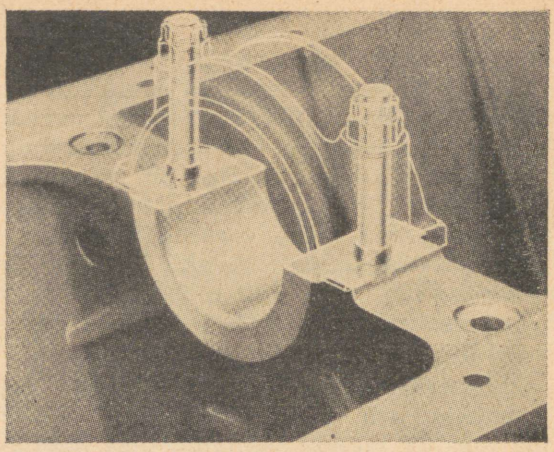
Väntvõll tiirleb raamlaagreis, mis asetsevad kartris kinnistatuna kartri ülemise poole külge. See võimaldab õlipanni maha võtta ligipääsu saamiseks nii raam- kui ka kepsulaagreile, ilma et oleks vaja mootori



Joon. 100. Sobitatud poltide abil on hooratas kinnistatud väntvõlli kinnistusääriku külge.



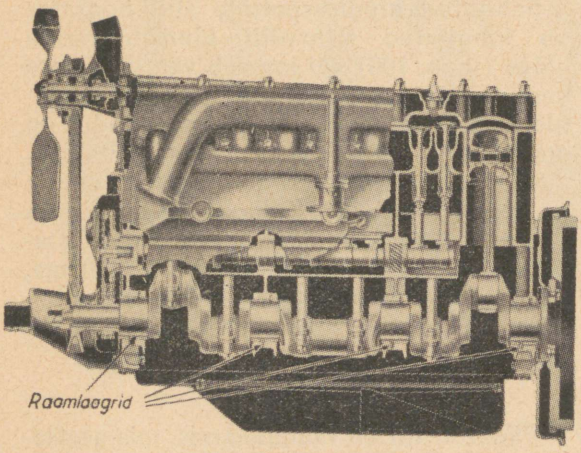
Joon. 101. Hooratas kinnistatud väntvõlli külge kiilu ja mutriga.



Joon. 104. Raamlaager.

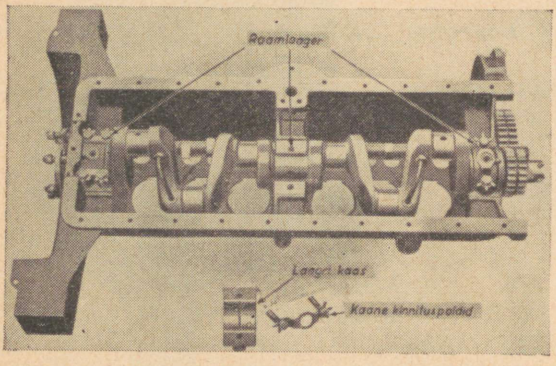
laagrite iga väikese rikke kõrvaldamiseks lahti monteerida kogu mootorit.

Raamlaagrid sarnlevad kepsulaagritega. Väntvõll toetub laagri kaanele, mis tõm-

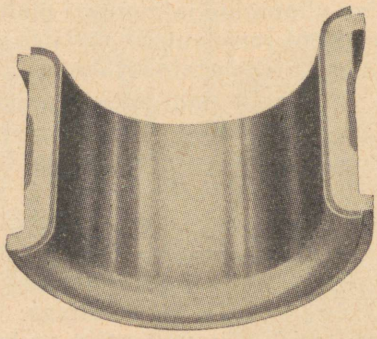


Joon. 102. 6-sil. mootori väntvõll 4 raamlaagril.

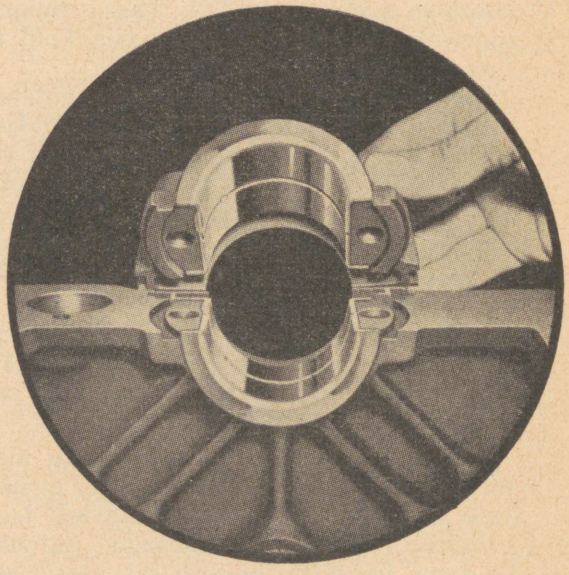
matakse poltide abil kartri põhjas asetseva laagri vastu (joon. 104). Laager ise koosneb hõlpsaks vahetamiseks kahest babiitkihiga kaetud pronksliuast.



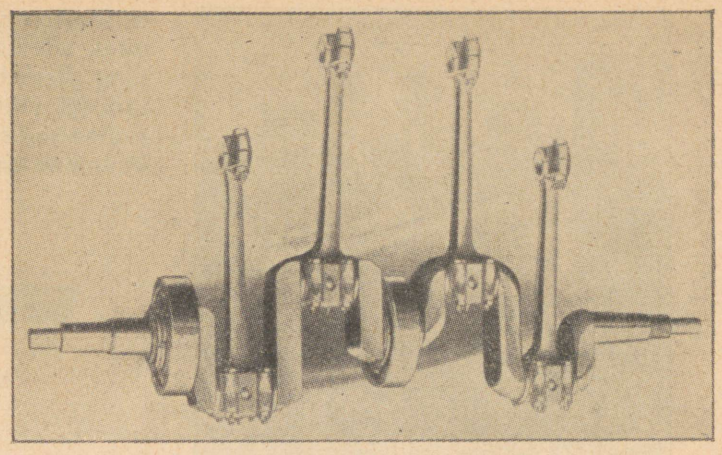
Joon. 103. Raamlaagrid kartri alt vaadatuna.



Joon. 105. Laagri pronksliud kaetud babiidist kihiga.

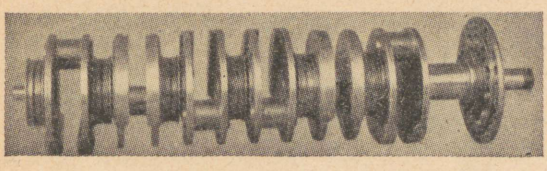


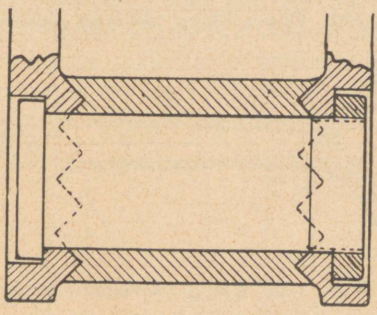
Joon. 106. Raamlaager.



Joon. 107. Neljasilindrilise mootori väntvõll kolmel kuullaagril.

Viimasel ajal hakatakse raamlaagreina kasutama kuullaagreid, peamiselt kõrgtiirulistel mootoritel. Kuullaagrite hõõrdumine on väiksem, seega läheb hõõrdumisel mootori võimsusest vähem kaduma. Joon. 107 näeme neljasilindrilise mootori väntvõlli kolmel kuullaagril. Kuullaager valitakse niivõrd suure läbimõõduga, et see oma sisemiselt läbimõõdult mahub üle





Joon. 108. Väntvõll, mis koosneb mitmest osast.

väntvõlli palede. Et piirduda väiksemaläbimõõduliste raamlaagritega, kasutavad mõned autovabrikud väntvõlle, mis koosnevad mitmest üksikust osast, mis kruvitakse kokku peale kuullaagrite asetamist tappidele (joon. 108).

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

Gaasijaotusemehhanism.

Gaasijaotuse- e. gaasiannimehhanismi töötamist selgitame külgklappidega mootoril, kui enimlevinud mootoritüübil. Gaasijaotusemehhanism koosneb järgnevatest osadest:

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

2) **Klapivedru** surub klappi klapipesale.

3) **Jaotusvõll** ehk nükkvõll avab oma tõstenükkide abil klappisid.

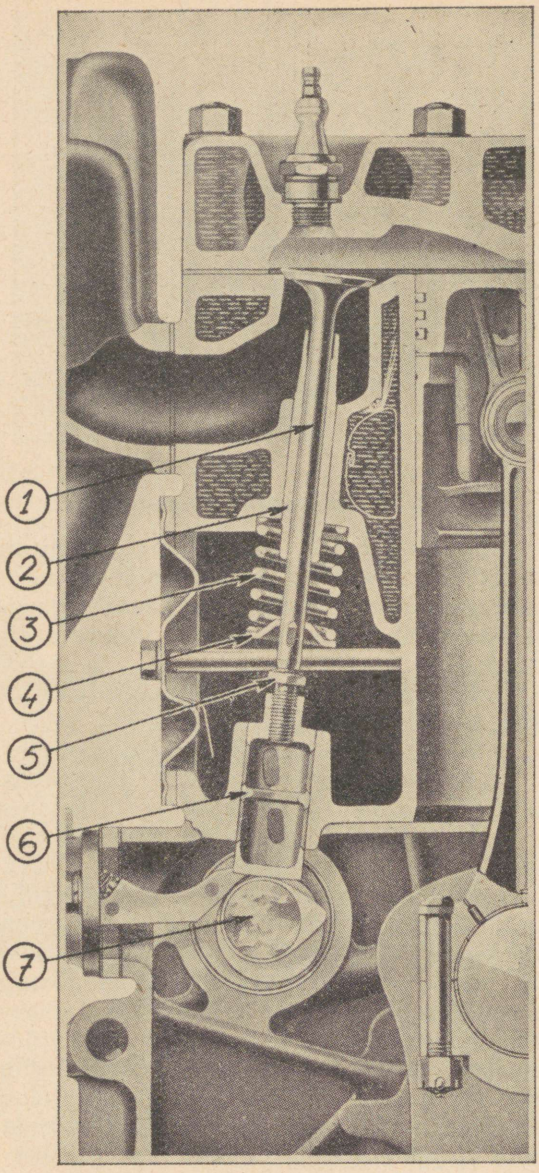
4) **Klapitõukur** vahendab tõste jaotusvõlli nükilt klapile.

Gaasijaotusemehhanism töötab järgmiselt. Jaotusvõll pöördumisel surub oma nükkseibi nükiga tõukuri üles. Tõukur tõustes surub klapivedru kokku ning tõstab klapi üles, avades klapi (joon. 109). Jaotusvõlli edasipöördumisel möödub nükk tõukuri alt, mis võimaldab klapivedrul, mille üks ots toetub mootori plokile ja teine klapivedru taldrikule, tõukurit alla suruda ning klappi sulgeda.

Klapid.

Olukord, milles klapid peavad töötama, seab nendele erakordsed nõuded. Klapp peab olema täiesti tihe; vastasel korral läheks osa plahvatussurvet asjatult kaduma, samuti ei surutaks surutaktil põlevsegu tarvilisel määral kokku. Klapp peab olema vastupidav silindris valitsevale kõrgele kuumusele ja plahvatussurvele. Samuti peab ta taluma lööke, millega ta igakordsel sulgumisel langeb oma pesale. Nendele nõudmistele vastavad kroom-, kroomnikkel-, nikkel- ja räniteras.

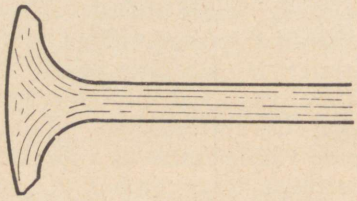
Klappide valmistamiseks võetakse ümarguse profiiliga teras umbes 0,2—0,3 mm võrra paksem kui klapi vars e. säär, kuu-



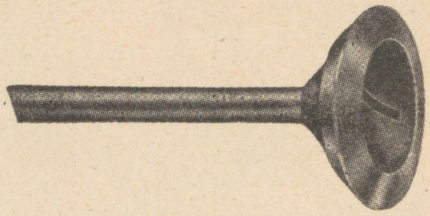
Joon. 109. Gaasijaotusemehhanism.

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

mutatakse selle ots elektriliselt ja pressitakse kuumendatud ots vormis seenekujuliseks taldrikuks, mis peab olema veidi suurem kui valmis klapitaldrik. Täpset järeltöötlust vajab ainult klapi säär ja sulgepind. Selline valmistusviis on kõige odavam ning otstarbekohasem, sest sellisel valmistamisel jäävad klapi metallkiud taldrikus radiaalseiks (joon. 110). See jätab klapi ka kuumenemisel paisudes tihedaks. Silindris



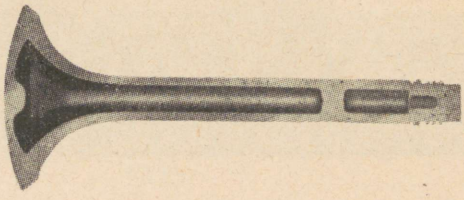
Joon. 110. Metallikiud klapis.



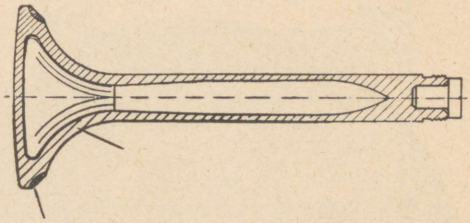
Joon. 111. Klapp.

valitsev kõrge kuumus mõjutab väljalaskeklappi rohkem kui sisselaskeklappi, sest esimene asetseb väljavoolavates kuumades küttejääkides, kuna teist jahutab sissevoolav värske põlevsegu.

Väljalaskeklapi temperatuur on umbes 500°—800° C ta taldriku kohal mõõdetuna. Klapi kuumus antakse jahutusveele üle sulgepinna ja klapi varre ning juhtpussi kaudu.



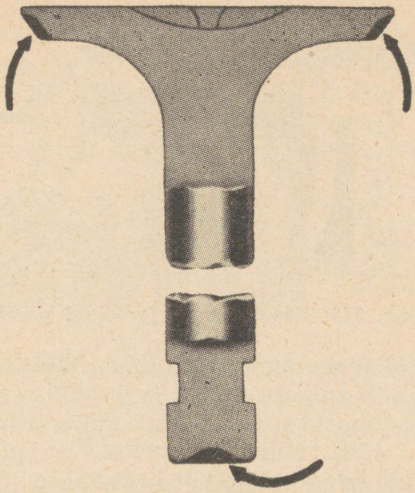
Joon. 112. Õõnes klapp täidetud naatriumiga.



Joon. 113. Klapp vasksüdamikuga.

Kõrgtiiruliste mootorite *(võidusõiduautod)* klapid tehakse seest õõnsad kerguse saavutamiseks (joon. 113). Ühtlasi asetatakse õõnde mõnd soola, näit. naatriumi, mis kuumenedes sulab. Sula sool paiskub töötamisel klapi sees edasi-tagasi ja jaotab sel viisil sooja ühtlaselt kogu klapile. Kasutatakse ka vasksüdamikuga klappe sooja paremaks juhtimiseks.

Et teha klappe vastupidavateks kõrgele kuumusele, kulumisele ja löökidele, mõned automootorite klappide valmistajad kata-

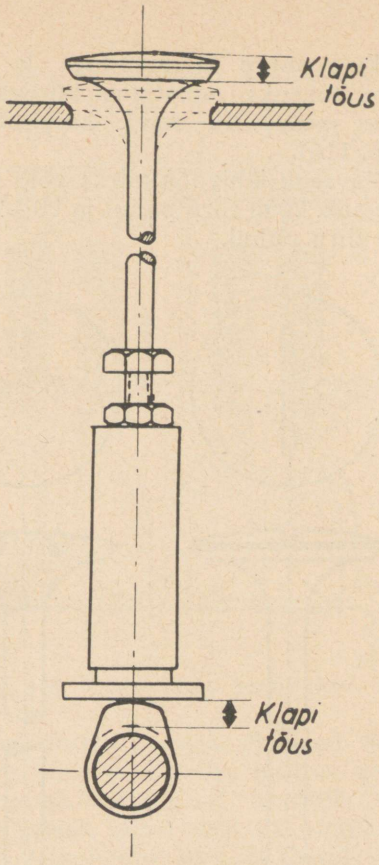


Joon. 114. Klapp, mille tihenduspind ja varre ots on kaetud kõvametalliga.

vad klapi sulge pinna ja klapi varre otsa stelliidiga (joon. 114), mis on kõvemaid praegu tuntud kõvametallest. Stelliit keevitatakse klapi külge. Need klapid ei vaja nii sagedat lihvimist kui tavalised klapid. Neid kasutatakse peamiselt kiirete tiirudega mootoritel.

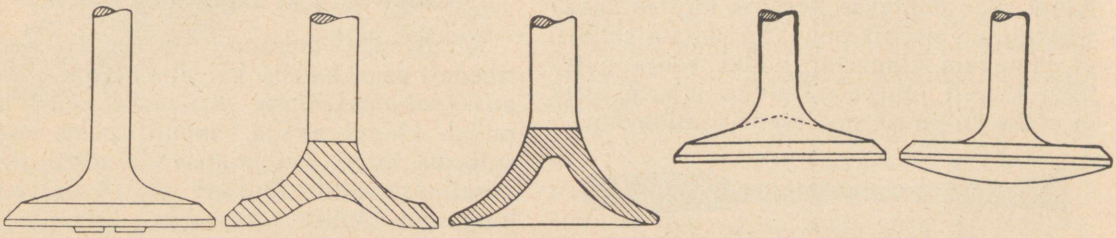
Klapitaldrik ja klapipesa.

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



Joon. 116.

töötamiseks tuleb klapid üle lihvida umbes iga 15 000 km järele. Klapi sulgepinna laius on 1,5—2,5 mm. Kitsam või laiem sulgepind ei anna head tihedust. Lai sulgepind võimaldab tahmal koguneda klapi ja pesa vahele, mis muudab klapi ebatihedaks. Kitsas sulgepind aga lõikab tekkiva



Joon. 115. Klapitaldriku tüüpe.

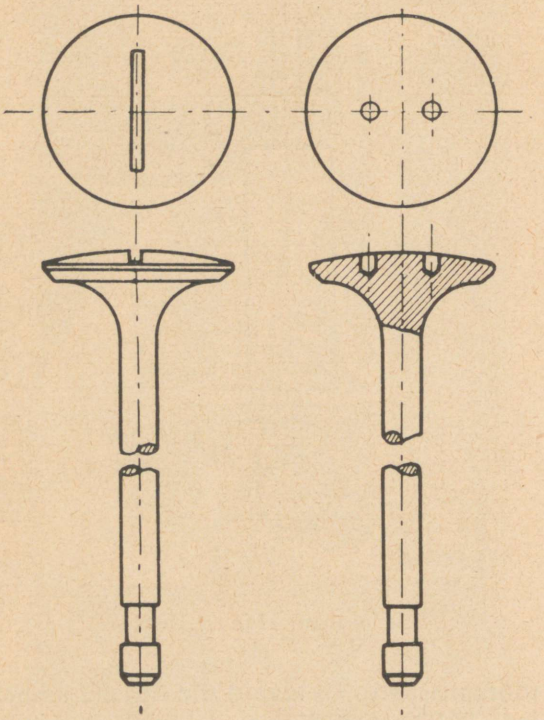
30 ° sulgepinnaga klappi kasutatakse harvem, ehkki ta annab niisama kindla tihenduse ja laseb samaste klapiläbimõõdu, klapitõusu ja läbivoolukiiruse puhul rohkem põlevsegu läbi.

Täieliku tiheduse saavutamiseks lihvitakse klapp pessa. Mootori korralikuks tahmakihi katki, puhastades end selliselt ise.

Mootori suurema võimsuse saavutamiseks on nõutav, et mootori täitemäär oleks võimalikult suur. Suure täitemäära saame, kui põlevsegu sissevoolukiirus on väike, tähendab, sisselaskeklapp peab olema või-

malikult suure läbimõõduga ja tõusuga. Klapi tõusuks nimetame kõrgust, mille võrra jaotusvõlli nükk kergitab klappi (joon. 116).

Põlevsegu läbivoolukiirus võib olla 40—45 m/sek. 2000 tiiru puhul ja 80—90 m/sek. 4000 tiiru puhul.



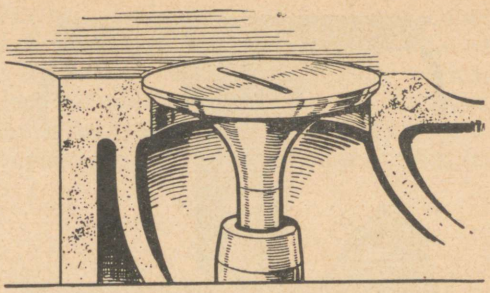
Joon. 117.

Lihvimiseks on klapi taldrik varustatud kas aukudega või soonega (joon. 117). Kui neid pole ette nähtud, võib lihvimist teostada kummist imihaaritsaga (joon. 118). Klapi säär püütakse kerguse mõttes hoida võimalikult peenikesena, hoolimata sellest, et jämedam klapisäär juhiks sooja paremini klapilt juhtpussi kaudu jahutusvette ja oleks kulumise poolest vastupidavam.



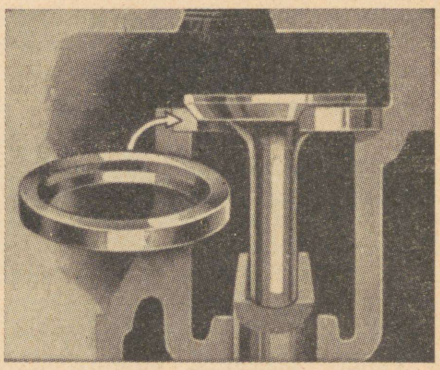
Joon. 118. Imihaarits klappide lihvimiseks.

Vanematel väiksemate tiirudega odavamatel mootoritel freesiti klapipesad ploki sisse (joon. 119). Selline pesa osutus väga nõrgaks praegusaja kõrgetiirulistele mootoritele, kus klapi sulgumislöögid järgnevad kiiresti üksteisele, sest mootoriplokk on valatud malmist, klapp aga on terasest. Terve ploki valmistamine tugevamast ma-



Joon. 119. Klapipesa on freesitud plokki.

terjalist teeks mootori kalliks. Nüüd asetatakse klapipesa mootoriplokki erilise teras-, pronks- või kõvamalmrõngana (joon. 120). Need kas valatakse plokiga ühte või pressitakse või kruvitakse plokki. Oluline on, et need ei põruks lahti mootori töötamisel. Selliste klapipesade kasutamine võimaldab ehitada pealtklappidega mootoriploki kaant alumiiniumistki, mis muidu oma pehmuse tõttu ei taluks klapi lööke sulgumisel.



Joon. 120. Klapi-pesarõngas.

Klapivedru ja klapivedru-taldrik.

Klapivedru ülesanne on hoida klapp tihedalt pesal ka siis, kui silindris on hõrendus *(väljalaskeklapp sisselaske ajal)*, mis püüab klappi avada. Samuti peab vedru sulgema klapi, kui jaotusvõlli nükk tiirlemisel eemaldub tõukuri alt. Klapivedru pinge on olulise tähtsusega. Liiga tugev vedru suleb klappi suure müraga *(kloppimisega)*. Nõrk vedru ei sule klappi pesale tihedalt. Töötamisel vedru kaotab oma pinget. Seepärast peab mootori remontimisel kontrollitama klapivedru pinget ja klapivedrusid uuendatama, kui need osutuvad vastavatest ettekirjutustest nõrgemateks. Väljalaskeklapi vedrud kaotavad oma vetruvuse kiiremini, kuna nad on rohkem kuumuse mõju all.

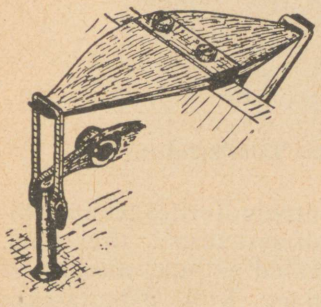
Kasutatavamaid klapivedrusid on spiraalvedrud (joon. 121), kuid kasutatakse ka lehtvedrusid (joon. 122) ja nn. inglisnõela-vedrusid (joon. 123). Viimane asetseb kuumast klapivarrest eemal, mis on



Joon. 121. Spiraalne klapivedru.

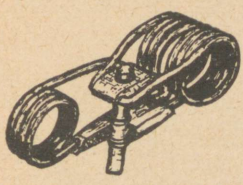
kasuks vedru vastupidavusele ja võimaldab nii rippuvate kui ka lamavate klappide korral ehitada madalamat silindriploki kaant.

Vedrumaterjalina kasutatakse kõrgeväärtuselist kroom-vanaadium- või süsinikterast, mille välispind peab olema vaba



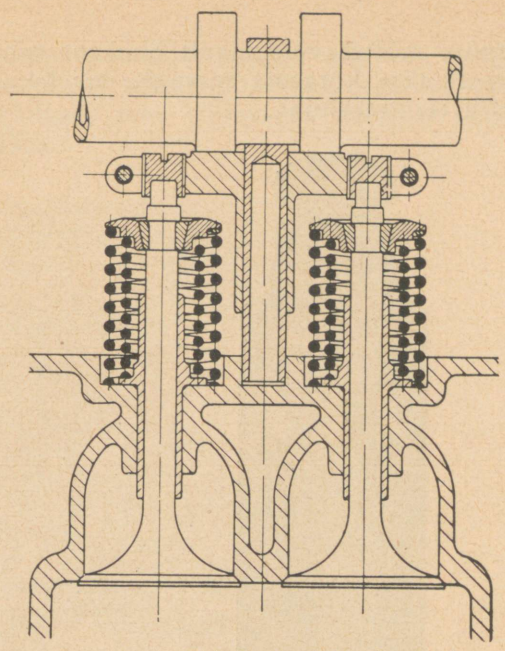
Joon. 122. Lehtklapivedru.

kriimustustest, roostest ja augukestest, sest vastasel korral tekiks vedru murdunemine. Kallimate kõrgtiiruliste mootorite klapivedrud kaetakse tsingi- või kadmiumikorraga. Kasutatakse ka roostevabast terasest vedrusid.



Joon. 123. „Inglisnõela" klapivedru.

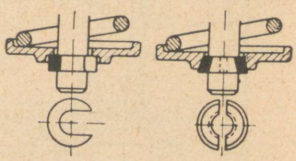
Vedrutus on seda ühtlasem, mida pikemad ja suurema läbimõõduga on spiraalvedrud. Rippuvate klappidega mootoritel sõltub mootoriploki kaane kõrgus klapivedru pikkusest. Selle madalamana hoidmiseks kasutatakse kahekordseid vedrusid (joon. 124): väiksema läbimõõduga vedru



Joon. 124. Kahekordsed klapivedrud.

asetatakse suurema sisse. Sellised klapivedrud on head veel selles mõttes, et kui üks vedrudest töötamisel murdub, võib mootor ajutiselt edasi töötada ainult ühe vedrugagi. Klapivedru üks ots toetub mootoriplokile ja teine klapivedru-taldrikule, mis omakorda on kinnistatud klapi säärele.

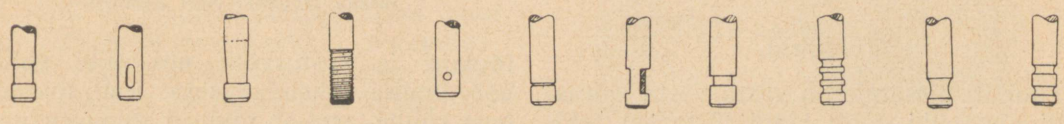
Joon. 125. Klapivedru-taldriku kinnistusviise.



a b

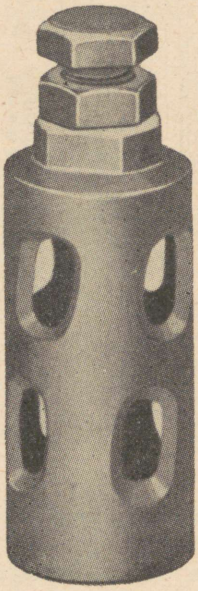
Klapivedru-taldrikute kinnistusviise klapi säärele on väga mitmesuguseid. Levinumaid kinnistusviise näeme joonisel 125. Joonisel 125/a näeme kinnistusviisi nuudiseibiga, joonisel 125/b poolitatud koonusega, mis hoidub paigal vedru survel. Klapi või klapivedru kättesaamiseks tuleb klapivedru pingutada, nuudiseib või poolitatud koonus ära võtta, mille järel klapivedru-taldrik vabaneb ning on võimalik vedru kätte saada; siis võib ka klappi välja võtta.

Kasutatakse ka vindiga otsakeeratavaid klapivedru-taldrikuid. Taldrik ise tehakse

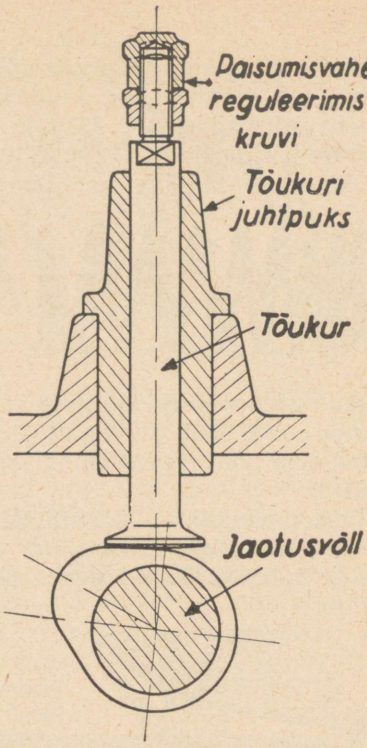


Joon. 126. Klapisääre otste tüüpe.

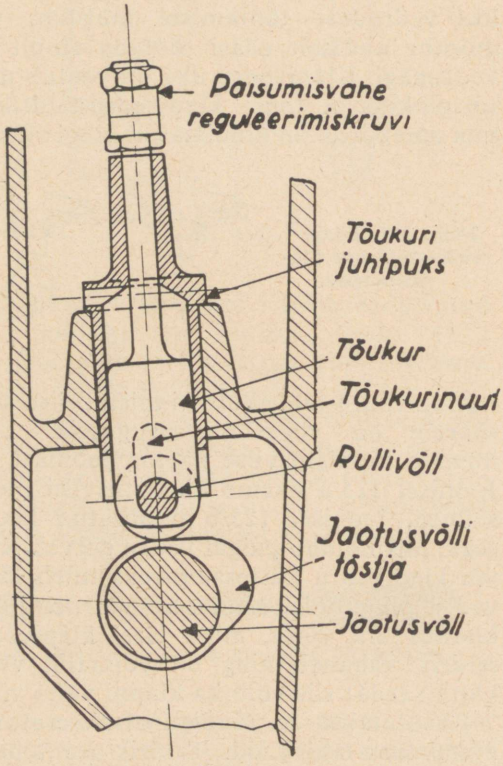
kerguse mõttes võimalikult õhukene ning varustatakse kõrgema servaga, mis hoiab vedru tsentreerituna.



Joon. 127. Klapitõukur.



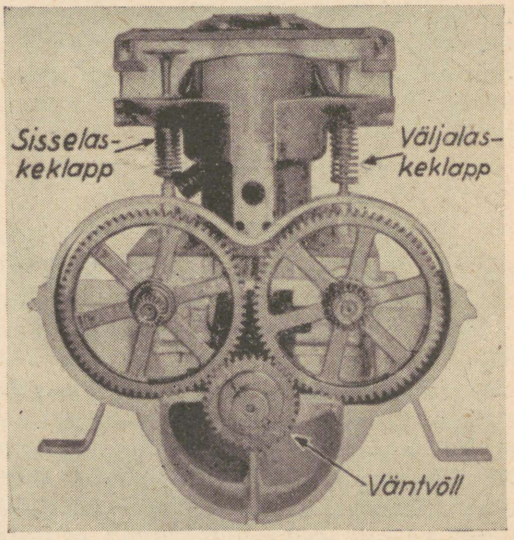
Joon. 129. Taldriktõukur.



Joon. 128. Rulltõukur.

Tõukurid.

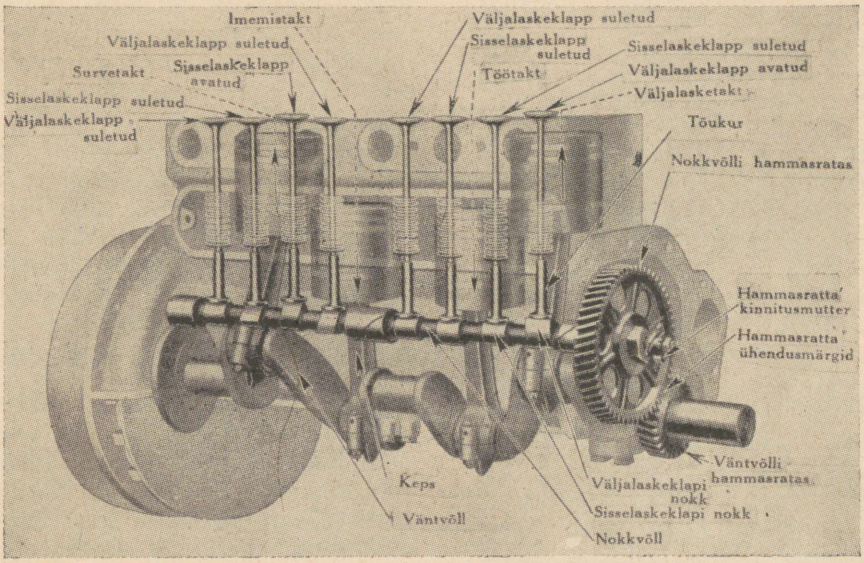
Tõukuri ülesanne on vastu võtta jaotusvõlli tõstenüki poolt klapi tõstmisel tekitatav külgsurve ja klapile vahendada ainult pikisurve tõste. Automootoritel leidub ehitusviisilt väga mitmesuguseid tõukureid. Joonisel 128 on toodud paljudel mootoritel kasutatav rulltõukur. Rull paigutatakse



Joon. 130. Vanatüübiline mootor klappide asetusega mõlemal pool silindrit.

tõukuri ja jaotusvõlli nükkseibi vahele hõõrdumise vähendamiseks. Rull, toetudes oma võllile, asetseb tõukuri alumises otsas, ja et tõukur ei saaks tiirelda ümber oma

telje ega sel viisil rulli asetada jaotusvõlli nükkseibi suhtes viltu, ulatuvad rullivõlli otsad paari mm võrra tõukurist välja tõukuri juhtpussis selleks ettenähtud pikiraskeks ja kalliks. Sellise mootori eemuseks oli, et klappe võis teha suurema läbimõõduga, mis võimaldas parema täitemäära.



Joon. 131. Külgklappidega mootor.

pilude sisse. Rull ja rullivõll on lihvitud ja tsementeeritud.

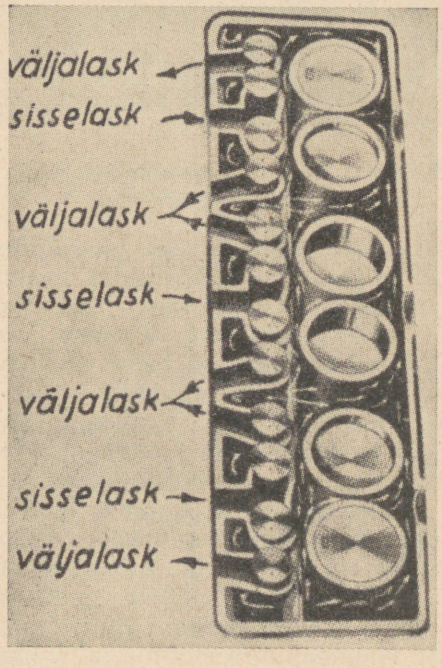
Tihti kasutatakse ka nn. seen- ehk taldriktõukureid, mis on ehituselt lihtsamad ning töötamisel vaiksemad (joon. 129). Seen- ehk taldriktõukuri puutepind jaotusvõlli tõstenükiga on tsementeeritud. Kuna see hõõrdumisel siiski kulub, on tõukurid asetatud jaotusvõlli nükkseibi suhtes ekstsentriliselt. Seetõttu nad keeravad end mootori töötamisel vähehaaval ümber oma telje, mistõttu kulumine on ühtlane kogu tõukuritaldriku pinnal. Tõukurid valmistatakse vastupidavast nikkelterasest.

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

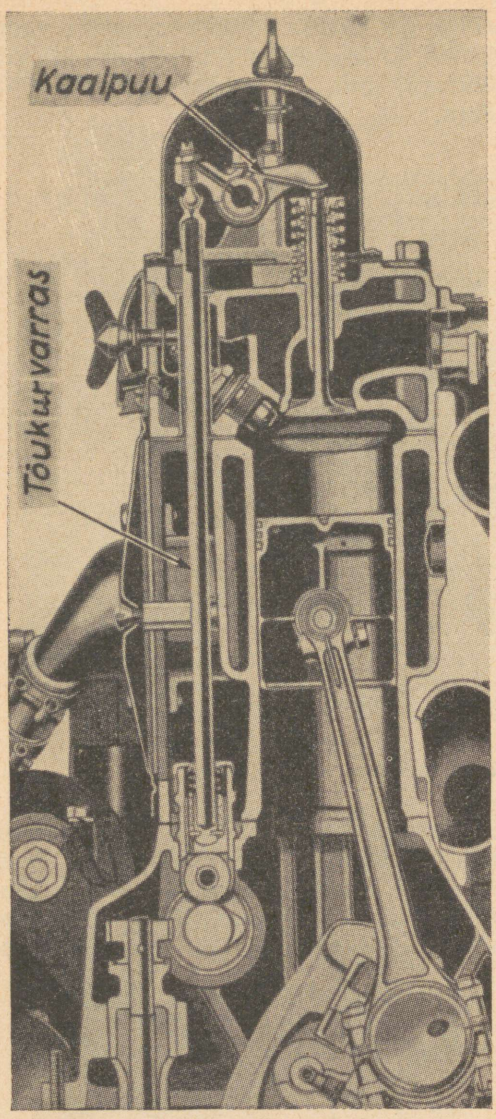
Klappide paigutusviisid.

Vanematel mootoritel asetsesid klapid mõlemal pool silindrit: sisselaskeklapid ühel pool ja väljalaskeklapid teisel pool (joon. 130). Selle taamuseks oli suurepinnaline survekamber, mistõttu mootori soojakaod kiirgamise ja jahutusvee kaudu olid väga suured. Ka vajas selline mootori ehitusviis kahte jaotusvõlli, mis tegi mootori

Levinumaid mootoreid klappide ehitusviisilt on mootorid külgklappidega (joon. 131). Kõik klapid, nii välja- kui ka sisselaskeklapid, on asetatud ühte ritta mootori ühele küljele ning saavad liikumist ühelt-



Joon. 132. Väljalaskeklapid on äärmised.



Joon. 133. Mootor rippuvate klappidega (kaalpuu ehk nookur).

ainsalt jaotusvõllilt. Sisse- ja väljalasketorustiku ja kanalite ehituse lihtsustamiseks on naabersilindrite sisse- ja väljalaskeklapid asetatud kõrvuti. Parema jahutamise saavutamiseks jäetakse väljalaskeklapid äärmisteks (joon. 132).

Põlemissooja parema kasustamise poolest on otstarbekohaseim mootor, mille survekamber on poolkerakujuline, rippuvate klappidega. Survekambri pind oma mahuga võrreldes on siis kõige väiksem, seega on siis ka soojakaod jahutusvette kõige väiksemad. Tähendab, sellise mootori võimsus on suurem, võrreldes teisesuguse samamahulise mootoriga. Kuna aga klapid asetsevad ülal ning peavad saama liikumist all asetsevalt väntvõllilt, muutub klappide tõstmiseks tarvilik ülekandehoovastik keerukaks.

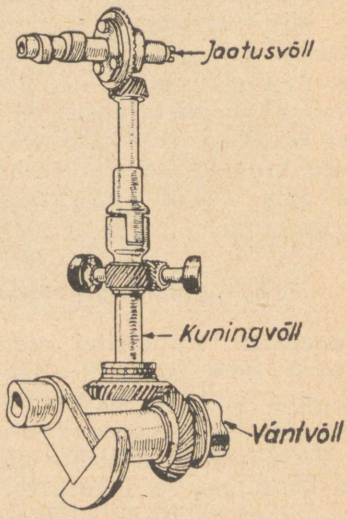
Rippuvate klappide avamiseks on olemas kaks moodust. Esimene moodus (joon. 133): jaotusvõll asetseb all nagu külgklappide puhulgi. Klapid saavad liikumist tõukurvarda ja nookuri kaudu. Teine moodus (joon. 134): jaotusvõll asetseb mootoriploki peal. Sel moodusel klapid saavad liikumist otseselt jaotusvõllilt, kuid jaotusvõlli liikumapanemiseks on vajalik eriline püstne vahelvõll, nn. „kuningvõll", mis annab liikumise väntvõllilt üle jaotusvõllile kooniliste hammasrataste abil. See aga teeb mootori valmistamise kallimaks.

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 vabriku poolt katseliselt kindlaks määratud ja on igal mootoril erisugused, olenedes mootori mõõtmetest ja tiirudearvust. Püütakse saavutada, et silindrisse imetaks võimalikult täis silindritäis uut põlevsegu ja et võimalikult kõik põlemisjäägid paisataks välja.

Sisselaskeklapi avanemismoment.

Sisselaskeklapp ei avane täpselt sel momendil, mil kolb asetseb ülemises surnudpunktis, nagu eeldati neljataktilise mootori töötamispõhimõtte selgitamisel, vaid natukene hiljem, s. o. siis, kui kolb on liikunud väikese osa oma viibuvälbast ehk käigu-



Joon. 134. Kuningvõll.

ulatusest allapoole *(0 kuni 5 mm)*. Sellega saavutatakse, et kolvi allaliikumisel tekkinud alghõrendus annab põlevsegule sisselaske alul 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 põlevsegu, mistõttu mootori võimsus on väiksem ning mootor kuumeneb töötamisel. Kui aga sisselaskeklapp avaneb liiga vara, enne kui kolb on jõudnud ülemisse surnudpunkti, põhjustab see imitorustikus põlevsegu süttimist silindris olevatest kuumadest küttejääkidest, mis veel pole suutnud silindrist lahkuda väljalaskeklapi kaudu. Sellest võib süttida karburaatoris olev bensiin ning tekkida tulikahju.

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 põlevsegu läbi avatud sisselaskeklapi jälle tagasi imitorustikku, kuid seda ei juhtu, sest kolvi allaliikumisel silindrisse imetav põlevsegu 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 põlevsegu inertsijõudu.

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

Kuna sissevoolava põlevsegu kiirus sõltub mootori tiirudearvust, tähendab, mida suuremad on mootori tiirud, seda suurem on põlevsegu sissevoolukiirus ja seda suurem on sissevoolava põlevsegu inertsijõud, siis peaksid ka suurematel tiirudel sisselaskeklapid sulguma hiljem kui väikestel tiirudel, et saada mootorilt täisvõimsust igasugustel tiirudel. Et seda aga on tehniliselt raske läbi viia ning klappide mehhanism muutuks väga keerukaks, määratakse sisselaskeklapi sulgumismoment kindlaks teatud keskmiste tiirude jaoks *(umbes 1500 kuni 2000 tiiru minutis)*.

Väljalaskeklapi avanemismoment.

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

Kui väljalaskeklapp avaneks alles siis, kui kolb on juba jõudnud alumisse surnudpunkti, võtaks aega, kuni põlemisjääkide rõhe langeks välisrõhkeni, 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 ebaühtlase töötamise.

Kui aga väljalaskeklapp avaneb nii palju enne kolvi jõudmist alla surnudpunkti, et silindris töötaktil valitsev rõhe langeb välisrõhkeni kolvi jõudmisel alumisse surnudpunkti, siis jääb ülesliikuval kolvil ainult silindrit puhastada põlemisjääkidest.

Väljalaskeklapi sulgumismoment.

Väljalaskeklapp sulgub, kui kolb on juba ületanud ülemise surnudpunkti ning on liikunud veidi allapoole. See jätab kolvi poolt väljalasketaktil väljatõrjutavatele põlemisjääkidele aega silindri surveruumist lahkuda. Põlemisjäägid voolavad inertsijõu tõttu ka siis veel silindrist välja, kui kolb hakkab liikuma allapoole. See põlemisjääkide väljavoolamise inertsijõud kasustatakse ning jäetakse väljalaskeklapp nii kaua avatuks, kuni kolvi allaliikumisest pole tekkinud niivõrd suur hõredus, et see ületab väljavoolavate põlemisjääkide inertsijõu. Sel hetkel peab väljalaskeklapp sulguma, et põlemisjääke ei imetaks mootorisse tagasi.

Siinjuures olgu nimetatud, et mootori suurema võimsuse saavutamiseks on väga tähtis, et võimalikult kõik põlemisjäägid oleksid silindrist lahkunud enne silindri täitmist uue põlevseguga. Muidu silindri täide oleks väiksem silindrisse jäänud põlemisjääkide võrra, mis vähendaks mootori võimsust; pealegi sisaldavad põlemisjäägid süsihapugaasi (CO_2), mis on kõige suurem praegu teaduses tuntav põlemise takistaja; see vähendaks omakorda mootori võimsust.

Mootoriehitajate püüd on, et võimalikult kõik põlemisjäägid voolaksid silindrist välja.

Teoreetiline ja tegelik takt.

Neljataktilise mootori töötamise põhimõtet selgitades nimetasime taktiks kolvi käigu 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).*

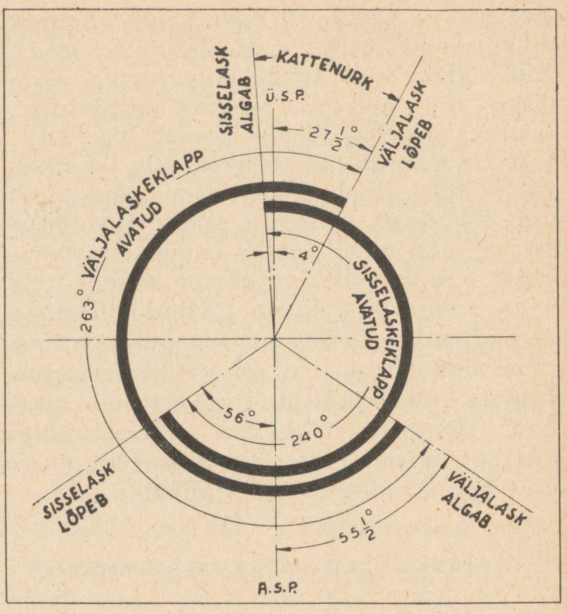
Gaasijaotuse momendid.

Gaasijaotuse momente ei anta mitte kolvikäigu osadena, vaid väntvõlli põlve asendi kraadides. Iga sõiduki mootori kohta leiame sõidukiga kaasasolevast hoolitsemisbrošüürist andmed mootori gaasijaotuse momentide kohta. Harilikult on märgitud sisse- ja väljalaske algus- ja lõpppunktid. Näitena olgu siin toodud mõnede automootorite gaasijaotuse momendid.

	Sisselase		Väljalase	
	algab	lõpeb	algab	lõpeb
Zis 5	2° eüsp	45° pasp	40° easp	2° püsp
Zis 101	2° eüsp	42° pasp	50° easp	15° püsp
Gas	7° eüsp	48° pasp	51° easp	5° püsp
Buick S 40	8° eüsp	58° pasp	58° easp	23° püsp
Chevrolet HB	9° eüsp	29° pasp	52° easp	2° püsp
Packard S 12	30° eüsp	65° pasp	65° easp	30° püsp
Morris CV	0° eüsp	40° pasp	45° easp	10° püsp

Üldiselt võib ütelda, 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. 135 kujutab sisse- ja väljalaskeklapi lahtiolekut diagrammina väntvõlli põlve pöördumiskraadides.

Sisse- ja väljalaskeklappide lahtiolekus võime leida kolm võimalust:



Joon. 135. Gaasijaotuse diagramm.

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 antud aega allaliikumisel hõrendust tekitada, et järgneva sisselaske algul anda gaasidele kiiremat algsissevoolukiirust. See moodus on suuremal osal praegusaja automootoritel.

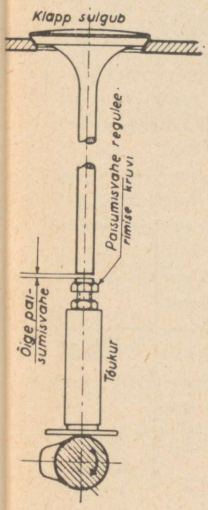
3) **Väljalaskeklapp sulgub hiljem, kui sisselaskeklapp avaneb.** Seega on teatud kraadide vältel *(kattumisnurk)* mõlemad, s. o. nii sisse- kui ka väljalaskeklapid lahti. Teisiti öeldult — sisselaskeklapp avaneb enne, kui väljalaskeklapp on sulgunud. Seda moodust kasutatakse suure tiirudearvuga mootoritel. Nagu kogemused näitavad, ei sega siin üks takt teist, hoolimata sellest et mõlemad klapid on avatud üheaegselt. See on seletatav sellega, et suure tiirudearvuga mootoril on väljatõrjutavatel põlemisjääkidel niivõrd suur hoog, et see omalt poolt aitab kaasa tekitada silindris hõrendust uue põlevsegu sisseimemiseks.

Klapi paisumisvahe.

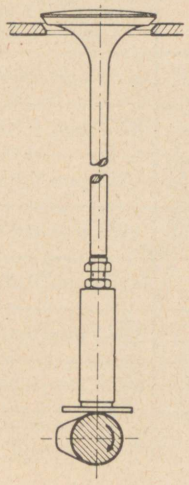
Et kindlustada mootori klappide korralikku sulgumist, on oluline, et tõukuri ja klapi varre vahele jääks väikene õhuvahe, kui klapp istub täielikult oma pesal ja tõukur toetub jaotusvõllile. Seda vahet nimetatakse **klapi paisumisvaheks** (joon. 136).

Kui seda vahet ei oleks või see oleks liiga väikene, jääks klapp klapi sulgepinna või klapipesa väiksemalgi kulumisel toetuma tõukuri kaudu jaotusvõllile ega sulguks tihedalt (joon. 137).

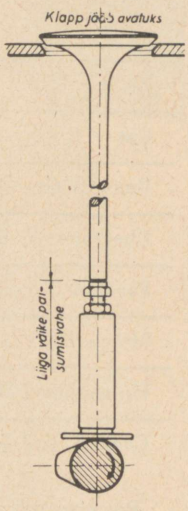
Kui klapp mootori töötamisel soojeneb, paisub ta nagu iga muugi ese soojenemisel ning klapi säär muutub pikemaks. Kui gaasijaotuse mehhanismis poleks ette nähtud õhuvahet tõukuri ja klapi varre vahel või see oleks liiga väike selle paisumise jaoks, jääks klapp oma paisumispikenemise võrra (joon. 139). Peale kloppimise tekitamise klappide liiga suur paisumisvahe põhjustab mootori võimsuse langust, sest jaotusvõlli tõstenükk ei saa klappe avada ega sulgeda vabriku poolt ettenähtud momentidel. Suure paisumisvahe tõttu klapid avanevad hiljem, kui nad peaksid avanema (joon. 140), sest jaotusvõlli tõstenükk puudutab tõukurit hiljem, ning sulguvad varem, kui nad peaksid sulguma (joon. 141). Seega nii sisselaske- kui ka väljalaskeklapp on avatud vähem aega, kui nad peaksid ava-



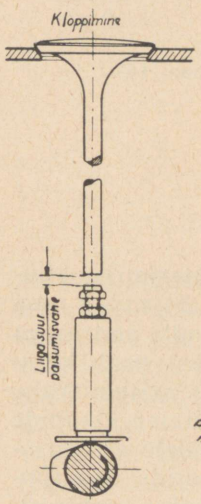
Joon. 136.



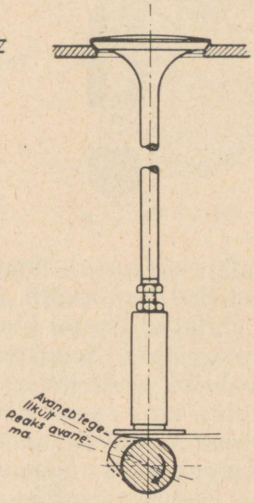
Joon. 137.



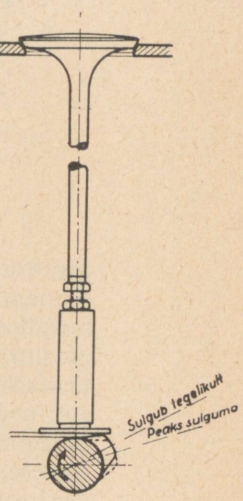
Joon. 138.



Joon. 139.



Joon. 140.

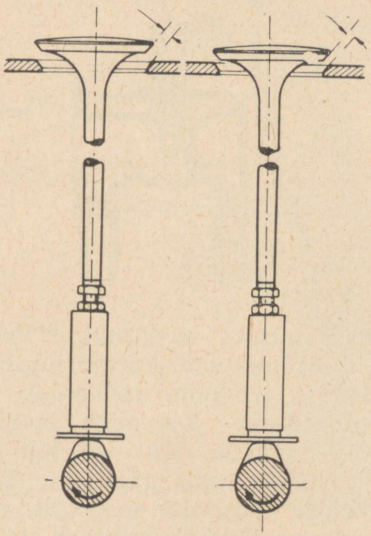


Joon. 141.

avatuks (joon. 138) ka siis, kui ta peaks olema suletud. Kuna siis kolb ei saa silindris põlevsegu tarvilisel määral kokku suruda, kutsub see mootoris esile võimsuse langust, põletiskulu suurenemist, kiiruse juurdevõtmise aeglastumist ja mootori töötaktide vahelejätmisi. Kui sõita pikemat aega mootoriga, mille klapid ei sulgu täielikult, siis klapid ei saa oma sooja sulgepinna kaudu edasi anda jahutusveele, mistõttu klapid liigselt kuumenevad. Kuumad põlemisjäägid 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 viimase ning tekitades tulikahju.

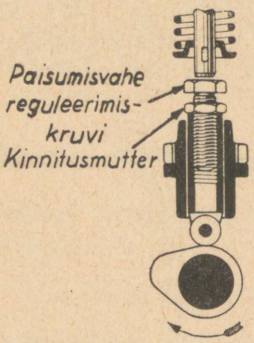
Kui paisumisvahe on liiga suur, tekib mootoris kloppimine põhjusel, et sulgudes klapid langevad hooga oma pesale ning avanemisel tõukur annab klapi varrele löögi tud olema silindri korralikuks täitmiseks põlevseguga ja põlemisjääkide korralikuks väljalaskmiseks. Puudulik silindrite täitmine värske põlevseguga ja puudulik tühjenemine põlemisjääkidest põhjustab mootori



Joon. 142.

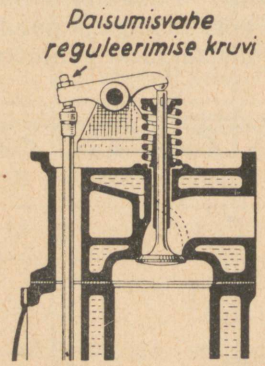
TRÜ Raamatukogu

võimsuse langust; suure paisumisvahe tõttu klapid ei saa täit käiku (joon. 142), mis omakorda takistab uue põlevsegu pääsemist silindrisse ja põlemisjääkide väljalaskmist. Klappide paisumisvahe on vabriku poolt iga mootoritüübi kohta katseliselt kindlaks määratud. Selle suurus oleneb klapi varre ja tõukuri või tõukevarda pikkusest,



Joon. 143.

mootoriploki kõrgusest, materjalist, kuumenemisest jne. Jaotusvõlli tõstenükk oma kujult on ehitatud teatud kindla suurusega paisumisvahe jaoks. Seepärast peab kinni peetama vabriku eeskirjadest paisumisvahe suuruse kohta ning reguleeritama klappide paisumisvahet vastavalt nendele ettekirjutustele. Klappe võib reguleerida kas tõukuri otsas oleva paisumisvahe reguleerimise kruvi abil (joon. 143) *(külgklappidega mootoril)* või klapinookuri küljes oleva reguleerimiskruvi abil (joon. 144) *(rippuvate klappidega mootoril)*. Õige paisumis-



Joon. 144.

vahe määramiseks kasutatakse vastavaid kaliibreid. Mõned vabrikud kirjutavad ette reguleerimist teostada töösoojal, mõned külmal mootoril. Ka neist eeskirjadest tuleb kinni pidada. Kui vabriku ettekirjutuse vastaselt, mis näeb ette klappide reguleerimise töösoojal mootoril, reguleeritakse klappe külmal mootoril, jääb paisumisvahe mootori töötamisel liiga väikeseks. Kui aga reguleeritakse klappe ettekirjutuse vastaselt külma mootori asemel töösoojal mootoril, saab klappide paisumisvahe liiga suur.

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

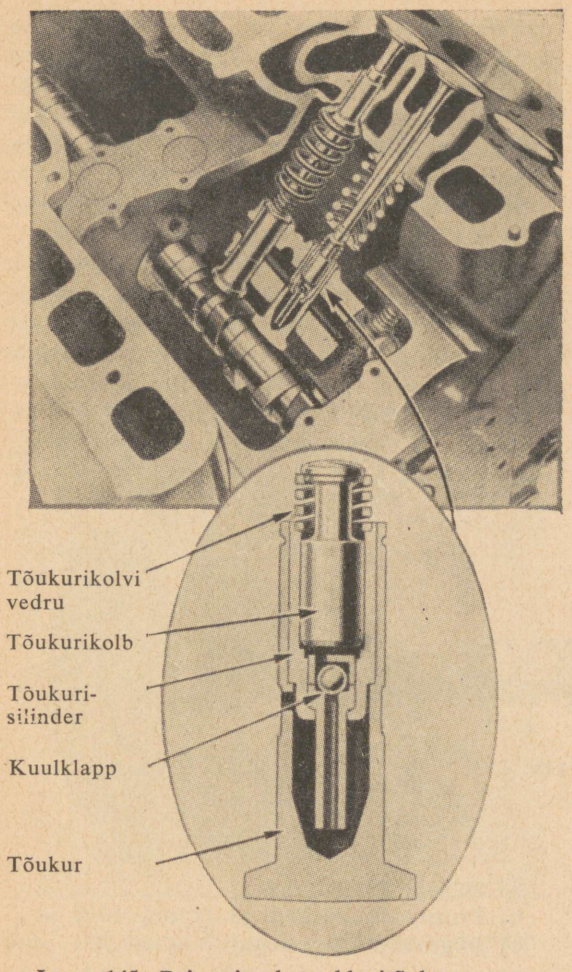
	Paisumisvahe		Reguleerida
	Sisselaskeklapid	Väljalaskeklapid	
Zis 3	0,250 mm	0,380 mm	Töösoojalt
Gas	0,250 mm	0,330 mm	„
Buick S 60	0,375 mm	0,375 mm	„
Chevrolet V. 8-75	0,150 mm	0,325 mm	„
Packard 5 S – 8	0,150 mm	0,200 mm	„
Morris C V	0,475 mm	0,475 mm	Külmalt
Hupmobile 5213	0,250 mm	0,325 mm	„
Cadillac V 8-75	Paisumisvaheta klapid		Automaatne

Parem on klappide reguleerimisel jätta paisumisvahe ettenähtust ennem veidi suurem $^1/_{100}$—$^2/_{100}$ mm võrra kui väiksem. Kuigi mootor töötab siis väikese kloppimisega, on kindlustatud klappide korralik sulgumine. Tahtes saavutada klappide paisumisvahe vähendamisega mootori vaikset töötamist, võib kergesti juhtuda, et klapid ei sulgu täielikult, mille tagajärjel tekivad mootori töötamises eespoolkirjeldatud puudused. Pidevalt rasketes tööoludes töötava mootori klappide paisumisvahe võib olla ettenähtust veidi suurem.

Paisumisvaheta klapid.

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

Paisumisvaheta klapirakisega toimub klappide tõstmine jaotusvõlli poolt hüdraulilise (õli-) ülekande kaudu. Selle eemusteks on: mootor töötab vaikselt, sest kui pole paisumisvahet, ei ole ka klappide „klõbinat"; klappide töötamisiga pikeneb;



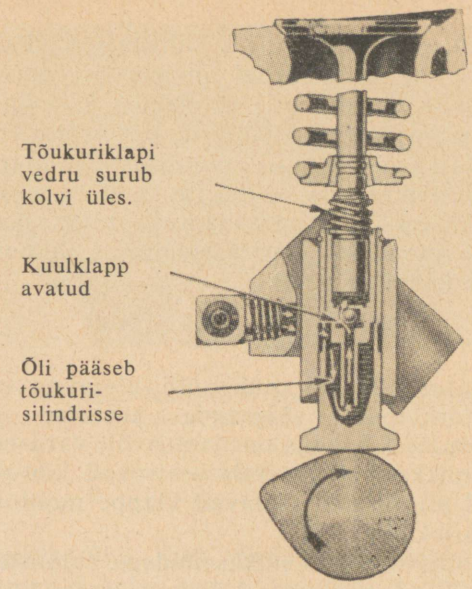
Joon. 145. Paisumisvaheta klapitõukur.

klappe võib lihvida harvemini; klappe ei ole vaja reguleerida *(ka peale lihvimist);* mootori võimsus tõuseb.

Paisumisvaheta klapirakise töötamine selgub jooniselt 145.

Kui klapp on kinni, hoiab tõukurikolvi vedru (joon. 146) tõukurikolbi vastu klapi säärt, mistõttu seal ei ole paisumisvahet.

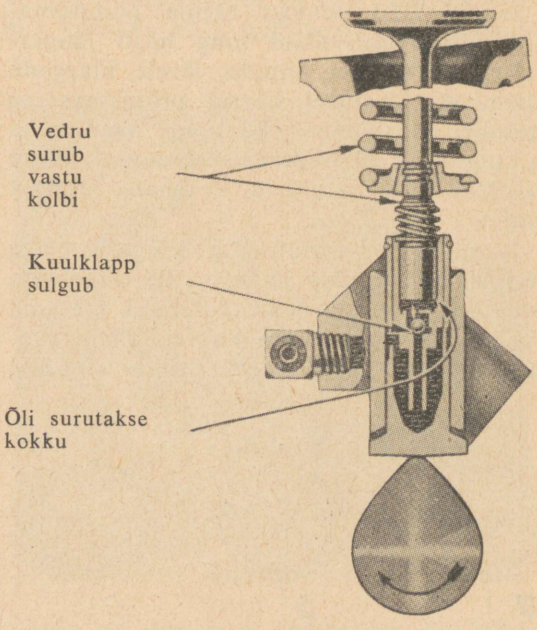
Kui tõukurikolvi vedru surub tõukurikolvi üles, suureneb ruum tõukurisilindris, mistõttu mootori õlitusseadmes surve all olev õli pääseb läbi tõukuri ja avatud kuulklapi tõukurisilindrisse *(joonisel näidatud valgete nooltega),* täites viimase õliga. Kui jaotusvõlli tõstenükk hakkab tõukurit tõstma,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



Joon. 146.

vähesel määral õli, mis on küllaldane selleks, et teha ruumi tõukurikolvile, mis surutakse alla klapi varre poolt, kui klapi vars mootori töötamisel tekkiva kuumenemise tagajärjel paisub ja tõukab tõukurikolbi alla.

See moodne klapirakis ei vaja klappide reguleerimist, isegi peale klappide lihvimist mitte, vaid klapitõukuri kolb surub end alati automaatselt vastu klapi varre otsa. See säästab suuresti jõuvankrijuhi vaeva, sest kaob tarvidus klappide regu-



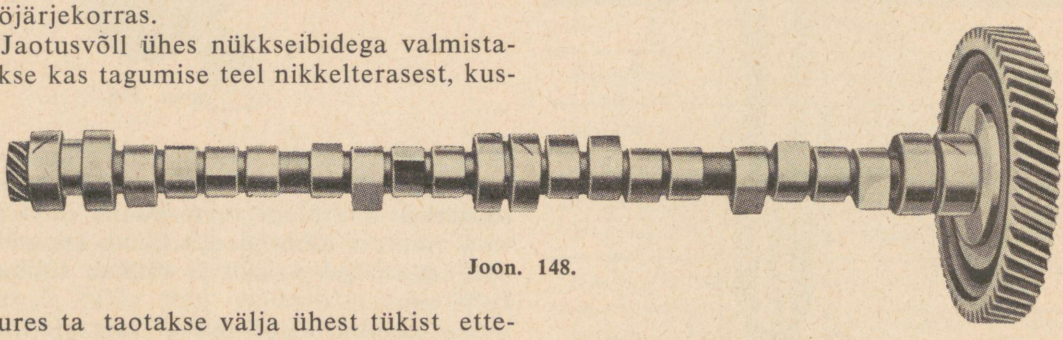
Joon. 147.

leerimiseks ja sagedaseks lihvimiseks. Paisumisvahe puudumisel on mootori gaasijaotus, s. o. klappide avanemis- ja sulgumismomendid alati õiged ega sõltu ei mootori temperatuuri muutustest ega klappide, klapipesade, tõukurite ja klapi varre kulumisest. Õige gaasijaotuse tõttu saadakse mootorilt alati täisvõimsus ja hoitakse kokku põletist.

Jaotusvõll.

Jaotusvõlli ehk nükkvõlli ülesanne on mootorklappide õigeagne avamine ja sulgemine. Selleks on jaotusvõll varustatud nükkseibidega, mis asetsevad jaotusvõllil nii, et nad tõstavad klappe mootori tööjärjekorras.

Jaotusvõll ühes nükkseibidega valmistatakse kas tagumise teel nikkelterasest, kus-

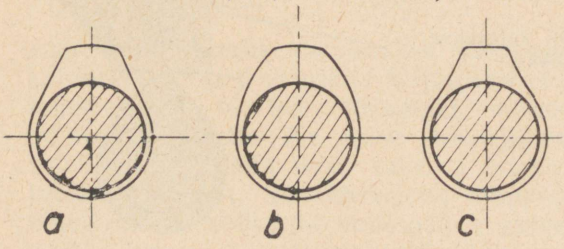


Joon. 148.

juures 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. Tõsteseibide nükid ja laagrikohad lihvitakse täpseks.

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

Jaotusvõlli koormus on kõige suurem väljalaskeklappide kohal väljalaskeklapi avamisel, sest siin peab tõstenükk ületama peale klapivedru surve ka veel klapi avamismomendil *(väljalaske alul)* silindris



Joon. 149. Jaotusvõlli tõstenükkide kujusid.

valitseva rõhke, mis on 3,5÷6,5 at. Siia lisandub veel klapi, tõukuri, klapivedru ja tõukevarda inertsijõud. Seepärast asetatakse jaotusvõlli laagrid võimalikult väljalaskeklapi nükkseibide lähedale, et vältida jaotusvõlli paindumist.

Mootori võimsus sõltub suuresti klappide avanemis- ja sulgumismomentidest. Need aga olenevad jaotusvõlli tõstenüki ja tõukuri kujust. Suure silindritäite saamiseks peab klapp õigel momendil kiiresti avanema, olema kaua avatud ning sulguma jällegi kiiresti õigel momendil. Sealjuures peavad klapid töötama müratult. Seda kõike peab saavutatama jaotusvõlli tõstenüki kujuga. Kasutatavamad tõstenükid on

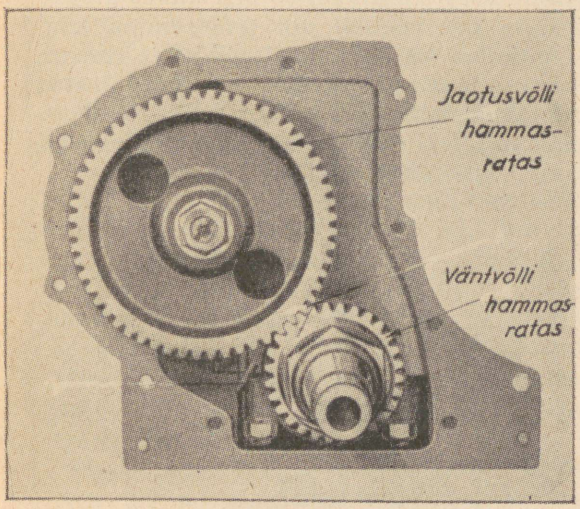
a) sirgete külgedega,
b) kumerate külgedega (joon. 149) ja
c) nõgusate külgedega.

Sirgeküljeline jaotusvõlli tõstenükk ühes taldriktõukuriga leiab automootoritel kõige enam kasutamist. Selle eemuseks on lihtis ja odav valmistamisviis ja vaiksus töötamisel. Ühtlaseks valmistamiseks tehakse nii sisse- kui ka väljalaskeklappide tõstenükid ühesugused. Sirgeküljeline tõstenükk vajab küll tugevamat vedru, mistõttu kuluvus on suurem; kuid kuluvust on võimalik vähendada otstarbekohase õlitamise abil.

Kumeraküljelist tõstenükki kasutatakse samuti taldriktõukuriga. See ei vaja nii tugevat klapivedru kui sirgeküljeline tõstenükk, kuid ei ole töötamisel nii vaikne, sest siin klapp sulgub väikese löögiga. Selle eest aga toimub klappide avanemine ja sulgumine kiirelt, mis võimaldab head silindrite täitemäära ning kiiret põlemisjääkide väljalaset.

Nõgusaküljelist tõstenükki kasutatakse rulltõukuri puhul. Klapivedru on nõrgem. Nõgusaküljelised tõstenükid annavad väga hea klappide lahtiolekuaja ja väga kiire

klapitõusu ja -sulgumise. Aga töötamisel nad pole nii vaiksed kui eelmised tõstenükid ning nende juures esineb tõukuri ja klapivedrude murdumisi. Seepärast ei kasutata kuigi sageli nõgusaküljelisi tõstenükke, sellest hoolimata et nendega saavutatakse head täitemäära. Nõgusaküljelisi tõstenükke kasutatakse peamiselt väikese tiirudearvuga mootoritel. Ka on nõgusate külgede valmistamine raskem, sest seda saab lihvida vaid väikeseläbimõõdulise smirgelkäiaga.



Joon. 150. Jaotusvõlli otsene ühendus väntvõlliga.

Jaotusvõlli ajamisviise.

Kuna jaotusvõll peab avama klappe väntvõlli põlve kindlaksmääratud asendites, peab jaotusvõll tiirlema kindlas vahekorras väntvõlliga. Jaotusvõll on väntvõlliga ühenduses hammasrataste kaudu ja saab aju väntvõllilt, milleks nii jaotus- kui ka väntvõlli otstel on hammasrattad.

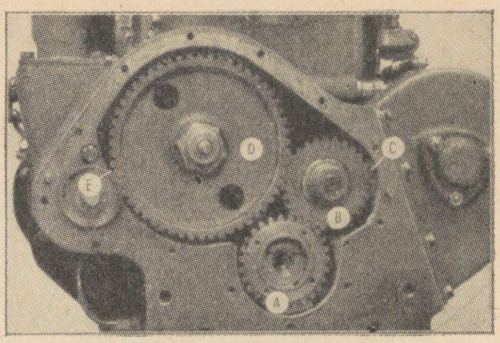
Jaotusvõlli ja väntvõlli omavahelise ühenduse viise on kolm:

a) Jaotus- ja väntvõlli hammasrattad on otseses ühenduses (joon. 150).

b) Jaotus- ja väntvõlli hammasrattad on ühenduses vahelhammasratta kaudu (joon. 151).

c) Jaotus- ja väntvõlli hammasrattad on ühenduses keti kaudu (joon. 152).

Neljataktilise mootori töötamispõhimõtet selgitades leidsime, et väntvõlli kahe tiiru ajal avaneb nii sisselaske- kui ka väljalaskeklapp ainult üks kord. Tähendab, väntvõlli kahe tiiru vältel peab jaotusvõlli tõstenükk klappi tõstma üks kord, s. o.

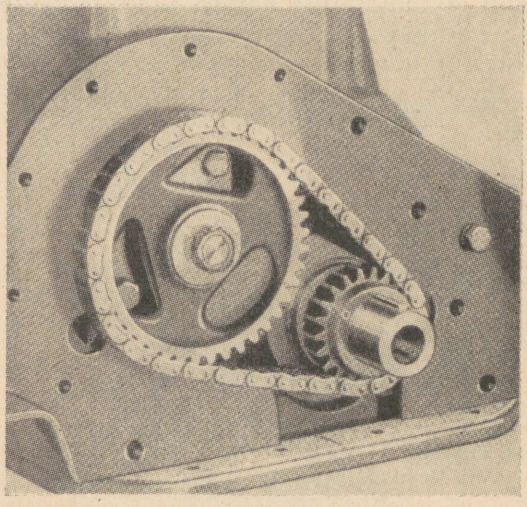


Joon. 151. Jaotusvõlli ühendus väntvõlliga vahelhammasratta kaudu.

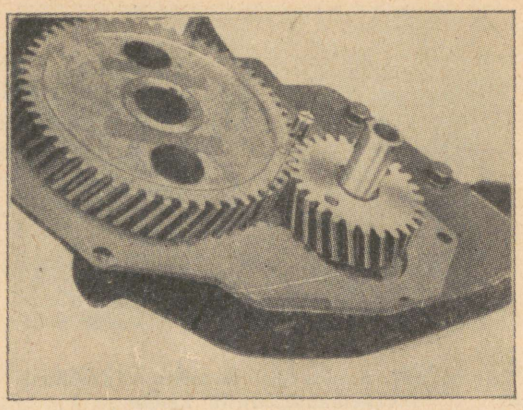
A — väntvõlli hammasratas.
B — vahevõlli hammasratas.
D — jaotusvõlli hammasratas.

tegema ühe tiiru. Sellest järeldame, et väntvõlli kahe tiiru vältel peab jaotusvõll tegema ühe tiiru. See saavutatakse sel teel, et tehakse jaotusvõlli otsas asetsev hammasratas kaks korda suurem kui väntvõlli otsas olev hammasratas. Jaotusvõll tiirleb siis kaks korda aeglasemalt kui väntvõll.

Jaotus- ja väntvõlli otsest ühendamismoodust võib kasutada võllide väiksemate vahemaade puhul (joon. 150). Kui jaotus- ja väntvõll asetsevad teineteisest kaugemal, tuleks nende otseühendamiseks kasutada suureläbimõõdulisi hammasrattaid. Need aga teeksid mootori raskeks, eviksid töötamisel suuri inertsijõude, mis takistaksid mootori tiirude kiiret juurdevõtmist, ning eviksid ka suurt ümbekiirust, mis kutsuks esile hammasrataste ulumist.

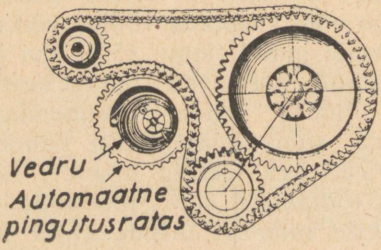


Joon. 152. Jaotusvõlli ühendamine väntvõlliga keti abil.



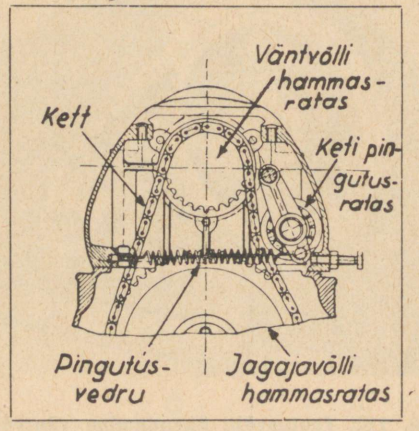
Joon. 153. Viltuste hammastega hammasrattad.

Rataste ulumist aitab omalt poolt suurendada otsehammastega silindriliste hammasrataste kasutamine. Kasutades jaotus- ja väntvõlli ühendamismoodust vahelhammasratta kaudu (joon. 151) on ühendust võimalik läbi viia väiksemamõõtmeliste hammasratastega, kuid vahelhammasratas suurendab ulumist.

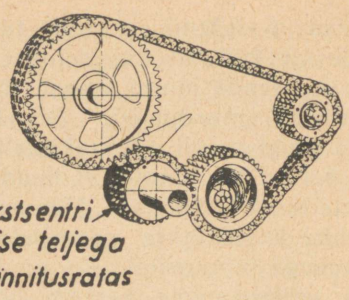


Joon. 154.

Ulumise vähendamiseks võetakse kumbki ratas eri materjalist, näiteks üks terasest ja teine malmist. Kerguse mõttes kasutatakse tihti duralumiiniumi ja elektroni. Otstarbekohaseks on osutunud mittemetall-ham-

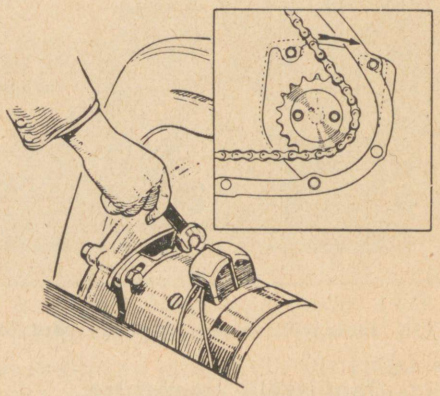


Joon. 155. Automaatne ketipinguldi.



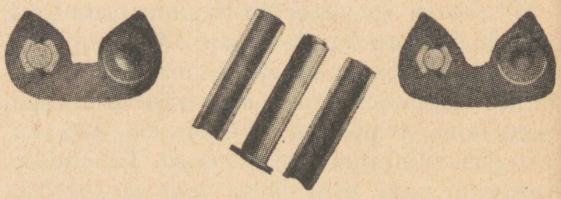
Joon. 156.

masrataste kasutamine, mis kinnistatakse võllile kas otseselt või terasrummu abil. Tuntumad on bakeliit, novotex, resitex, celeron ja teised. Ka sellised hammasrattad töötavad rahuldavalt, kus kahe õhukese hammaspleki vahele on asetatud pressitud fiibrit või nahka.

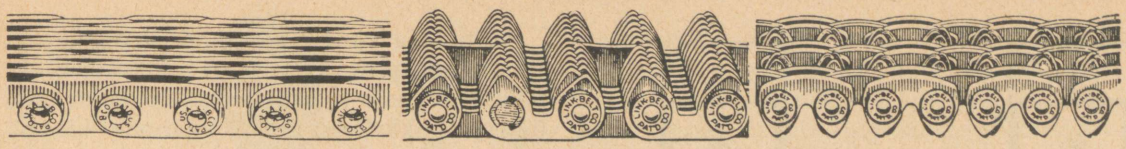


Joon. 157. Keti pinguldamine dünamo nihutamisega.

Ulumise vältimiseks aitab kaasa viltuste või spiraalsete hammastega hammasrataste kasutamine (joon. 153). Tugevat ulumist põhjustavad ka kulunud hammasrattad. Jaotus- ja väntvõlli ühendusmoodust keti abil kasutatakse suuremal osal praegusaja automootoritel (joon. 152). Sel ühendusmoodusel on hulk eemusi: ülekandehammasrattad võivad olla väiksemad, väntvõlli vibreerimised ei mõjuta nii palju jaotusvõlli, mis annab ühtlasemalt ja vaikse-



Joon. 158. Renoldi ketilüli ja lukk.



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

Joon. 159. Renoldi kett.

malt töötava mootori, sama ühendusketti kasutatakse ühtlasi ka dünamo ajamiseks.

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

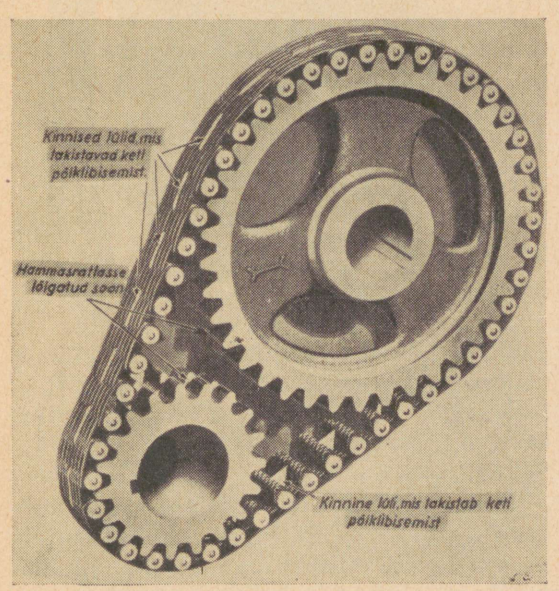
a) Automaatne pinguldusratas vedruga (joon. 154, 155).

b) Ekstsentrilise teljega pinguldushammasratas (joon. 156).

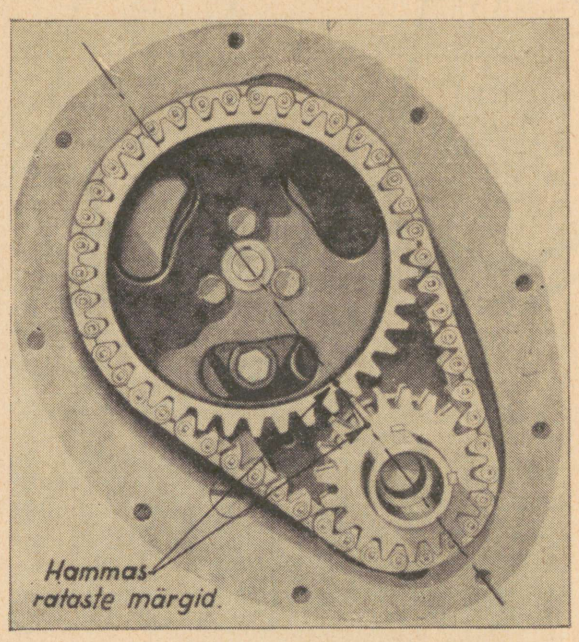
c) Nihutatav pinguldushammasratas (joon. 157).

Automaatne pinguldusratas, mida vedru pinge hoiab alaliselt vastu ketti (joon. 154), hoiab püsivalt keti õige pinge all. Kasutatakse kallimate sõidukite mootoritel. Keti pinguldust saavutatakse harilikult nihutatavate või ekstsentrilise teljega pinguldushammasratta abil, mis on ühtlasi dünamo ajamiseks dünamoankru võlli otsas (joon. 157). Keti pinguldamiseks nihutatakse dünamo mootorist eemale.

Suurt poolehoidu automootorite ehitajate poolt on leidnud Renold'i kett (joon. 159), mille hammaslülid haaravad enda vahele hammasrataste hambad, kõrvaldades igasuguse logisemise ning andes täiesti vaikse käigu.

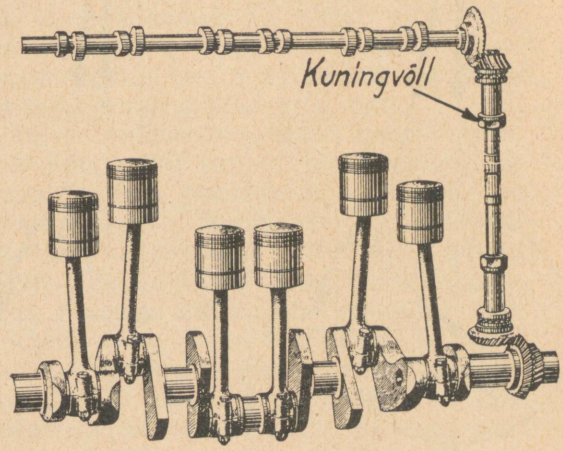


Joon. 160.

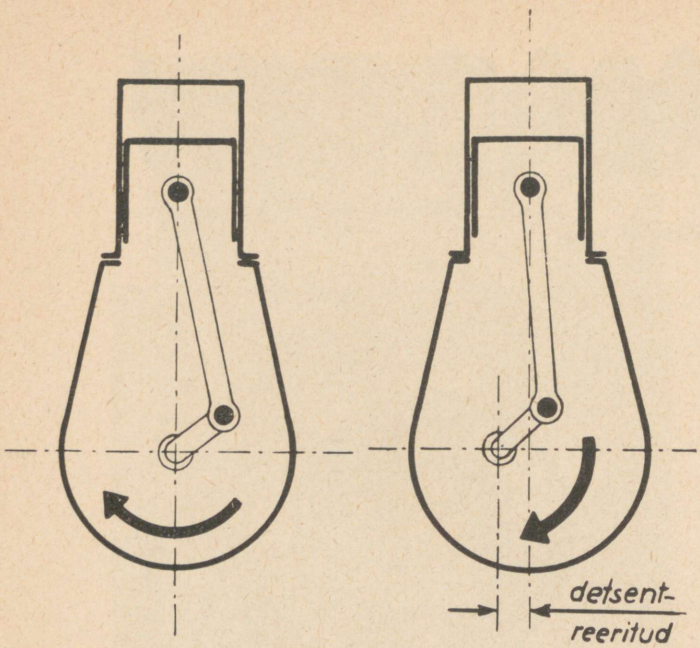


Joon. 161.

Et kett ei saaks hammasratastelt ära tulla, on keti külglülid laiemad, ilma hammasteta ning jooksevad mõlemal pool hammasratast või hammasrataste keskele on läbi hammaste treitud soon, milles jookseb keti keskel olev hammasteta lüli (joon. 160). Keti pealepanemiseks ja mahavõtmiseks on võimalik ühte lülitelge välja



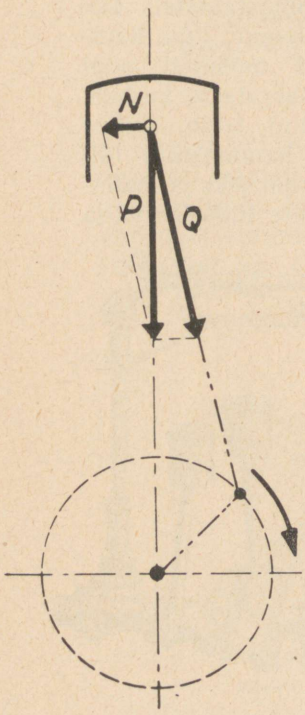
Joon. 162.



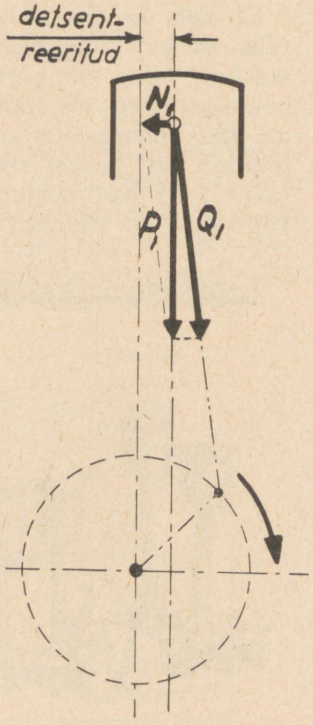
Joon. 163.

Joon. 164.

võtta. Liigselt veninud ketti võib lühendada ühe lüli võrra. Ketti peab venimise puhul pinguldatama, vastasel korral see võib hammasrattal karata üle hammaste, millega aetakse segamini kogu gaasijaotus ja mootori korralik töötamine. Veninud kett võib tekitada mootoris kloppimist, tagudes mõne servaga vastu jaotuskarpi.



Joon. 165.

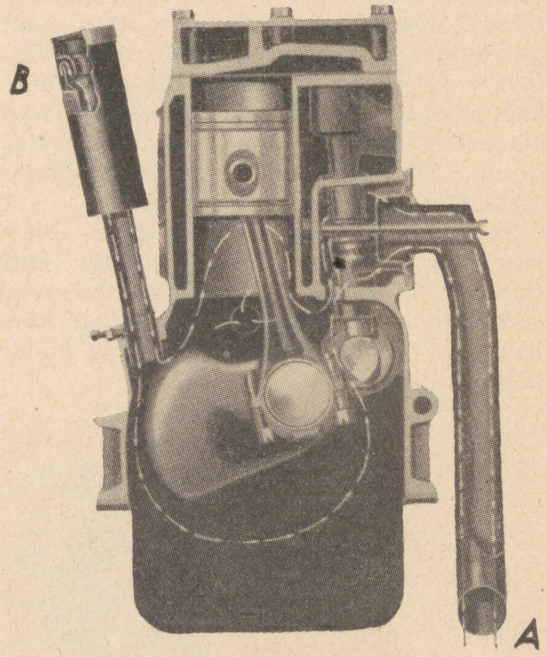


Joon. 166.

Jaotus- ja väntvõlli ühendushammasrattad on märgitud (joon. 161), et neid oleks võimalik peale tarvilikku lahtivõtmist jälle õigesti kokku panna. Rippuvate klappidega mootoril, mille jaotusvõll asetseb mootoriploki peal, ei saa kasutada otsest või kettülekannet kauge vahemaa tõttu, vaid jaotusvõlli ühendamine väntvõlliga toimub nn. kuningvõlli kaudu (joon. 162). Väntvõll ajab kooniliste hammastega hammasratasülekande kaudu kuningvõlli, mis omakorda ajab jaotusvõlli kooniliste hammasrataste kaudu.

Detsentreeritud mootor.

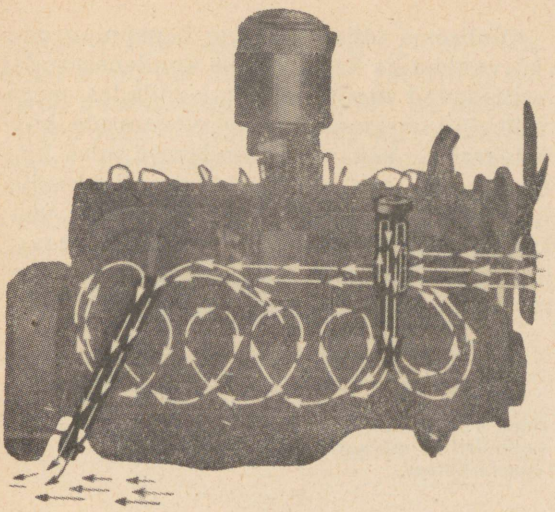
Vanemad mootorid on ehitatud selliselt, et silindri keskjoon läbib täpselt väntvõlli keskjoont (joon. 163). Nüüdisaja mootorite silindrite keskjoon on viidud umbes kolvi-



Joon. 167. Kartri tuulutus.

käigu 10% võrra väntvõlli tiirlemissuunas väntvõlli keskjoonest kõrvale (joon. 164). Seda nimetatakse mootori **detsentreerimiseks,** s. o. tsentrist väljaviimiseks. Sellega vähendatakse silindrite kulumist.

Kepsu viltuse seisaku tõttu tekib töötakti ajal kolvile külgsurve. Mida suurem on külgsurve, seda kiiremini kulub silinder kolvi ja silindri vahelisest hõõrdumisest. Plahvatussurve „P“ jaotub kahele suunale:



Joon. 168. Kartri tuulutamisseadis.

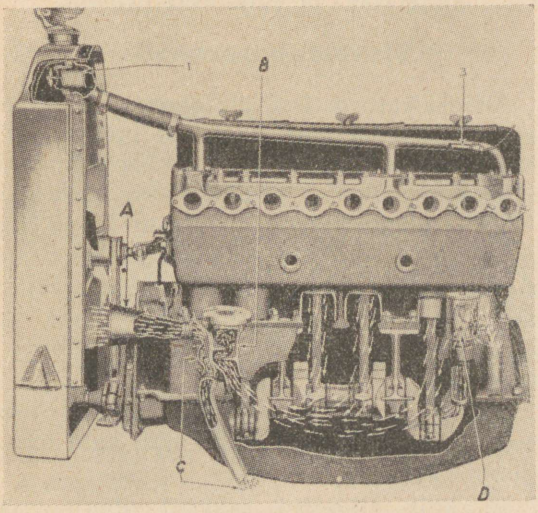
a) kepsu suunale, mõjudes kepsu kaudu väntvõllile *(kepsusurve Q)*,

b) silindri seina suhtes ristisuunale, surudes kolbi vastu silindri seina *(hõõrdsurve N)*.

Detsentreeritud mootori kepsu kallakus on väiksem kui detsentreerimata mootoril. Sellepärast on detsentreeritud mootoril ka külgsurve N_1 väiksem (joon. 166) ja mootori silinder kulub vähem. Mootori detsentreerimisega on võimalik külgsurvet vähendada poole võrra.

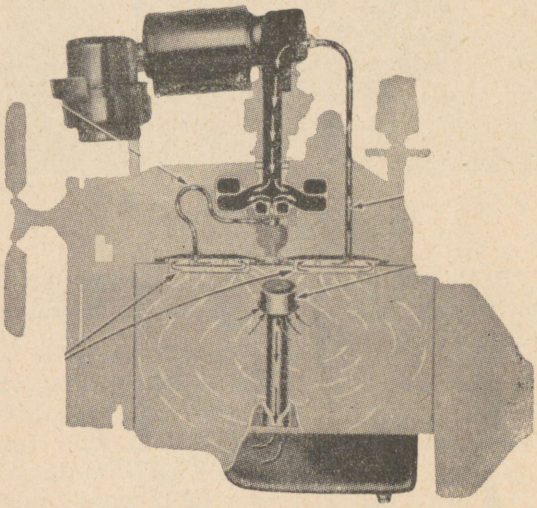
Kartri tuulutamine.

Mootori töötamisel pääsevad kõrge plahvatussurve all olevad gaasid kolvirõngaste ja silindri seinte vahelt kartrisse — uuel mootoril vähesel määral, kulunud mootoril aga üsna rohkesti. Need gaasid toovad enesega aurustunult kaasa põlemata põletiseosakesi — bensiini ja vett. Need aurud kartris kondenseerudes rikuvad õli. Selle pahe vältimiseks on moodsaile automootoreile ehitatud kartri tuulutamisseadis.



Joon. 169. Kartri tuulutus.

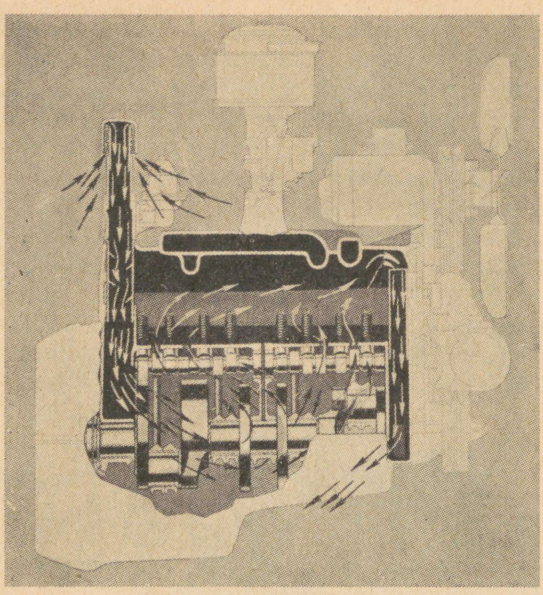
Joon. 167 toodud kartri tuulutamisseadis töötab järgmiselt. Kartri ülemise osa külge on väljapoole kinnistatud toru A, mille alumine ots lõpeb mootori õlipanni põhja kõrgusel. Toru alumise otsa ava on viltuse lõikega, mis on asetatud vastupidiselt auto



Joon. 170. Kartri tuulutus.

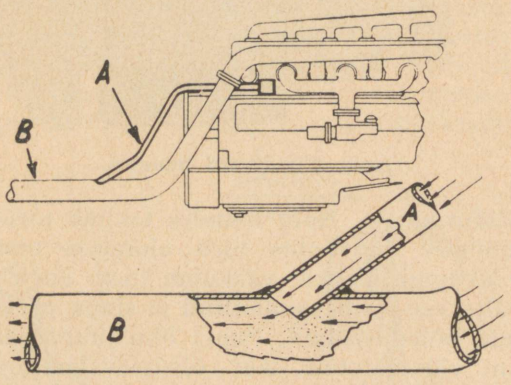
sõidusuunale. Auto liikudes tekitab torust mööduv õhuvoolus toru alumises otsas vaakuumi. Tekkiv vaakuum imeb kartrist välja vee- ja bensiiniaurud ja sinna pääsenud põlemisjäägid. Puhta õhu juurdepääs on võimaldatud läbi õlisissevalamisava „B". Sellise kartrituulutamise puuduseks on, et tuulutamisseadis töötab ainult siis, kui auto liigub. Paigalseisva auto töötava mootori puhul seadis ei tööta. Teises vaates on sama seade toodud joon. 168.

Teist tuulutamismoodust näeme joon. 169. Ventilaator puhub õhku lehtritaolisse torru A. Siin peenenevas koonuses õhu kiirus suureneb. Kiire õhuvoolus möödub õlisissevalamisavast B, kisub selle kaudu kartrist gaasid kaasa ja voolab ühes nendega mootori küljel alla suunduva toru C kaudu välja. Puhas õhk pääseb kartrisse mootori tagumisse ossa tehtud õhu-sissevooluava D kaudu, mis on ehitatud õhupuhastiga. See rakis töötab ka auto seismisel. Kartrisse sattuv puhas õhk on tolmuvaba.

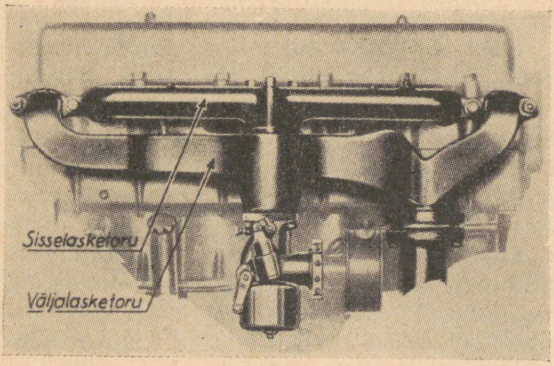


Joon. 171. Karteri tuulutus.

Peale ülaltoodud kartri-tuulutamisrakiste on olemas veel teisigi, mis töötavad umbes samadel põhimõtetel.

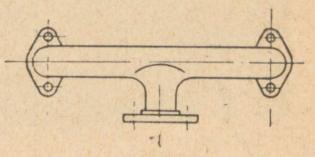


Joon. 172. Selliselt võib tuulutusrakis juurde ehitada mootorile, mil see puudub.



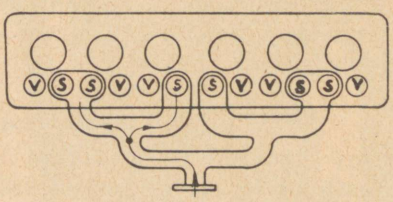
Joon. 173.

Olulisema tähtsusega kui bensiiniaurude kõrvaldamine kartrist, mis kondenseerudes vedeldavad mootoriõli, halvendades seega selle õlitamisomadusi, on veeaurude kõrvaldamine. Veeaurud kondenseerudes annavad vee, mis seguneb õliga. Pealeselle igas bensiinis on väävlit, kuigi väga väikesel hulgal. Väävli põlemisel tekib gaas, nn. väävlishapend. See pole iseenesest mootorile kahjulik, kuid kui see gaas puu-



Joon. 174.
4-silindrilise mootori sisselasketoru.

tub kokku õlis leiduvate veepiisakestega, tekib väävelhape. Väävelhape aga, sattudes koos õliga silindri peegelpinnale, laagritele ja muudele mootoriosadele, mõjub metallile sööbivalt ning põhjustab mootori kiirendatud kulumist. Seepärast on väga oluline, et kartri tuulutamisrakis oleks alati korras. Joon. 170, 171 ja 172 on toodud kolm erisugust kartri tuulutamismoodust, mille töötamine selgub joonistelt.



Joon. 175. 6-silindrilise mootori sisselasketoru.

Sisselaske- ja väljalasketorustik.

Sisselasketorustik.

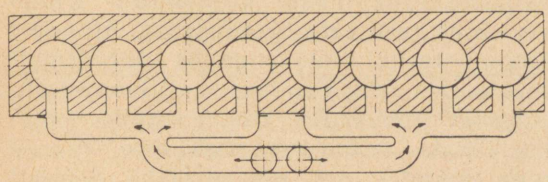
Sisselasketorustiku ülesanne on põlevsegu juhtimine karburaatorist mootorisse. See peab toimuma nii, et kõik silindrid saavad ühesuuruse täite ja ühesuguse segu.

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

Vastavalt sellele vajab neljasilindrilise mootori sisselasketorustik ainult kaht haru (joon. 174).

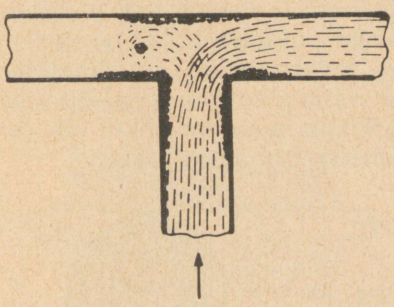
Et kõik silindrid saaksid ühesuuruse täite, on väga oluline, et teekond karbu-

raatorist kuni sisselaskeklapini oleks kõikidel silindritel ühepikkune. Joon. 175 esitatud kuuesilindrilisel mootoril on see läbi viidud kahekordsete harude abil. Sisselase igasse silindrisse toimub sümmeetriliselt sisselasketorule ja karburaatorile. Seega on imemistakistused kõikidel silindritel võrdsed, mis tagab võrdseid silindritäiteid. Joon. 176 on toodud kaheksasilindrilise mootori sisselasketorustiku skeem.



Joon. 176. 8-silindrilise mootori sisselasketoru.

Sisselasketoru valatakse malmist või alumiiniumist. Valmistamisel püütakse hoiduda teravatest käänakutest torul (joon. 177), mis põhjustaksid põlevsegus olevate kütteaineosakeste põrkamist vastu toru seina, kus nad segust väljalangemisel kondenseeruksid, muutes segu koostise lahjemaks.

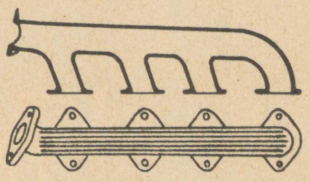


Joon. 177. Hoidutakse teravatest käänakutest.

Väljalasketorustik.

Väljalasketorustiku ülesanne on põlemisjääkide väljajuhtimine mootorist. Väljalasketorustik peab võimaldama väljalaskeklapi avanemisel mootorist väljapaiskuvate põlemisjääkide surve 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 põlemisjäägid sattuda eelmisse silindrisse, mis samuti vähendaks tunduvalt mootori võimsust.

Põlemisjääkide väljavoolutakistuse vähendamiseks ja pöörisvoolude tekkimise vältimiseks ei tohi üksikute silindrite väljalaskeklappide juurest tulevad torud suubuda peatorru risti, vaid pärivoolu libajalt (joon. 178) ja ümardatud üleminekuga.

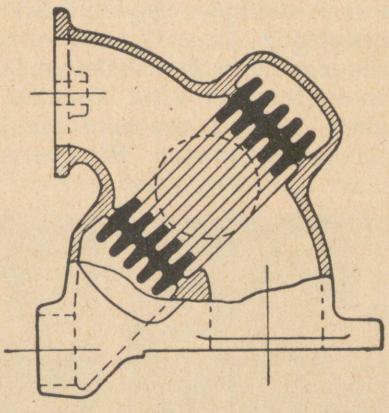


Joon. 178.

Väljalasketoru valmistatakse tempervaluna, malmvaluna või terastorust külgekeevitatud harudega.

Eelsoojendus.

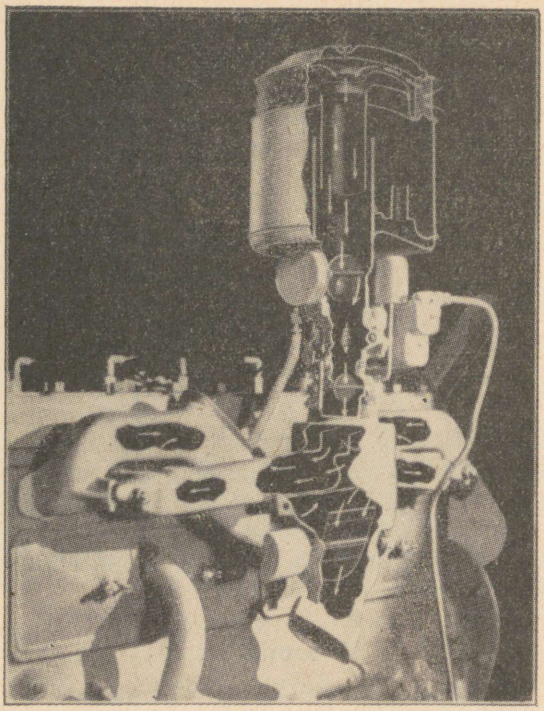
Põlemissegu paremaks aurustumiseks peab põlevsegu ette soojendatama. Selleks on sisselasketorustik varustatud eelsoojendusrakisega. Põlevsegu eelsoojendusega ei tohi liialdada, sest sellega väheneb mootori täitemäär. *(Põlevsegu eelsoojenduse küsimust selgitatakse lähemalt karburatsiooni osas.)*



Joon. 179. Eelsoojendus.

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

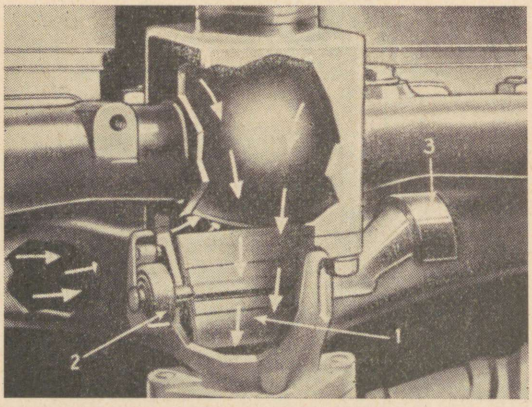
Vanematel autotüüpidel viidi eelsoojendamine läbi jahutusvee abil, mis mootorisärgist radiaatorisse voolamisel tegi ringi ümber sisselasketorustiku. Kuna jahutusvee temperatuur on liiga madal selleks, et nüüdisaja raskelt aurustuvaid vedelpõletisi



Joon. 180. Väljalasketoru embab sisselasketoru.

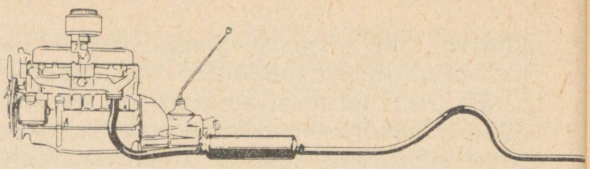
korralikult ette soojendada, on praegusaja automootorid varustatud eelsoojendusrakistega, mis töötavad mootorist väljapaiskuvate põlemisjääkide sooja mõjul.

Joon. 179 toodud eelsoojendusrakis on üks lihtsamaid. Sisselasketoru on varustatud ribidega sees- ja väljaspool. Välised ribid, mida kuumendavad kuumad põlemisjäägid, annavad seespool oma sooja läbivoolavale põlevsegule. Ribid asetsevad



Joon. 181. Automaatne eelsoojenduse reguleerimine termostaatklapi abil.

1. Termostaatklapp.
2. Bimetallvedru.

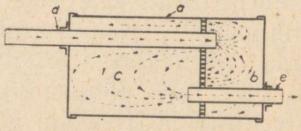


Joon. 182. Väljalasketorustik summutiga.

just toru käänakul, kus põlevsegu kondenseerumist esineb kõige sagedamini.

Joon. 180 on sisselasketoru viidud läbi väljalasketoru. Peale kirjeldatute leidub veel hulk teisi eelsoojendusviise. Mõnedel automootoritel on võimalik juhiistmelt reguleerida eelsoojenduse suurust osaliselt, sulgedes hoovastiku kaudu klapiga põlemisjääkide pääsu sisselasketoru juurde ning juhtides osa põlemisjääke otseselt väljalasketorustiku kaudu välja.

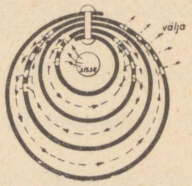
Joon. 183.



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. 181).

Joon. 184.



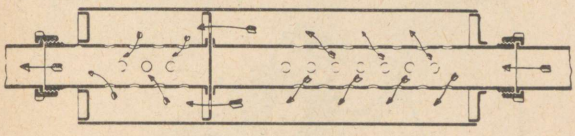
Summuti.

Silindris põlemisjäägid on väljalaske alul umbes 3- kuni 4-atmosfäärilise rõhke all. Väljalaskeklapi avanemisel paiskuvad surve all olevad põlemisjäägid 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 ei tülitataks selle müraga, näevad vastavad seadused ette, et automootorid peavad olema varustatud erilise rakisega mootorist väljuvate põle-

misjääkide poolt tekitatava müra vältimiseks, nn. **summutiga.**

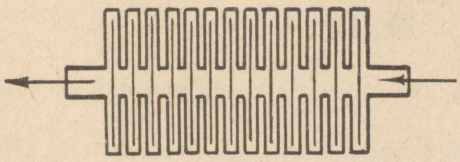
Üksikuist silindreist väljuvad põlemisjäägid väljalasketorustiku kaudu satuvad summutisse (joon. 182).

Summuti annab silindrist kõrge rõhke all väljavoolavaile põlemisjääkidele võimaluse paisuda aeglasemalt, vähendab nende väljavoolukiirust ja jahutab neid. Summutist põlemisjäägid voolavad välja väiksema ja ühtlasema rõhke all.



Joon. 185.

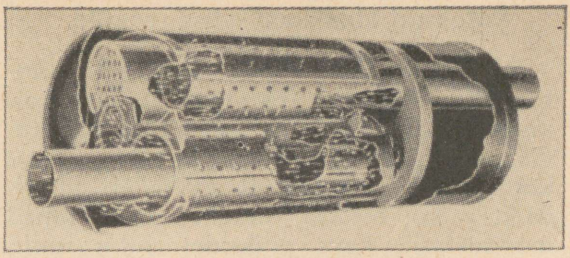
Summutite ehitusviise on väga mitmesuguseid. Joon. 183 toodud summuti kujutab enesest plekist silindrit **a,** mis on jaotatud mulgustatud vaheseina abil kaheks osaks **b** ja **c.** Silindrist suure surve all väljuvad põlemisjäägid pääsevad väljalasketoru **d** kaudu summuti ossa **b,** kus nad paisuvad. Siit nad pääsevad läbi mulgustatud vaheseina summuti ossa **c,** mille mahutavus on suurem kui osal **b,** paisuvad seetõttu veelgi ja siis pääsevad välisõhku toru **e** kaudu. Selline järk-järguline paisumine ja voolamine läbi mitmete mulkude summutab põlemisjääkide müra.



Joon. 186.

Joon. 184 toodud summuti on valmistatud mulgustatud plekist, mis on keeratud spiraali ja on kaetud mõlemast otsast põhjaga. Väljalasketoru suubub selle summuti ühe otsa kaudu spiraali keskpaika. Põlemisjäägid pääsevad silindrist esmalt summuti keskossa ja sealt järk-järguliselt läbi mulkude teistesse osadesse, kuni nad viimaks pääsevad välja. Siin esinev väljavoolavate põlemisjääkide mitmekordne suunamuut ja järk-järguline paisumine summutab mootori müra.

Joon. 185 näidatud summuti töötamispõhimõte on samane mis eelmistelgi ja selgub joonisest.



Joon. 187. Moodne summuti.

Eespool näitena toodud summutid töötavad põlemisjääkide järk-järgulise paisumise põhimõttel, kuid kasutatakse ka summuteid, mis töötavad kuumade põlemisjääkide järk-järgulise jahutamise põhimõttel. Siin juhitakse kuumad, mootorist rõhke all väljuvad põlemisjäägid eriliselt ehitatud summutisse, mis heaks soojajuhtimiseks tavaliselt valmistatakse vaskplekist. Põlemisjääkide maht summutis väheneb kiirel jahtumisel, millega summutub müra tekkimine.

Joon. 186 on näidatud selline summuti. On arusaadav, et väljalasketakti ajal summuti suurendab kolvi vastusurvet, mistõttu mootori võimsus väheneb. See mootori võimsuse vähenemine võib moodustada, nagu katsed näitavad, kuni 2% mootori koguvõimsusest, kuid müra vältimiseks tuleb sellega leppida.

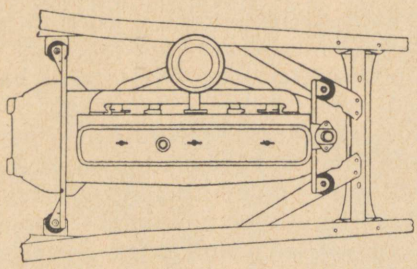
Vanematüübilistel autodel varustati väljalasketoru enne summutit eri klapiga, mille avanemisel põlemisjäägid pääsesid mootorist otseselt välisõhku, ilma et nad oleksid läbinud summutit. Seda klappi juht võis hoova abil avada juhiistmelt. Seda klappi kasutati väljaspool linna raskel veol või mäest ülessõidul,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

Moodsad summutid on ehitatud imemise *(vaakuumi)* põhimõttel, s. o. nad tekitavad oma erilise ehitusviisi tõttu väljalasketorus alarõhet, selle asemel et avaldada vastusurvet. Sellise vaakum-summutiga varustatud mootorid annavad suuremat võimsust kui summutita mootorid.

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

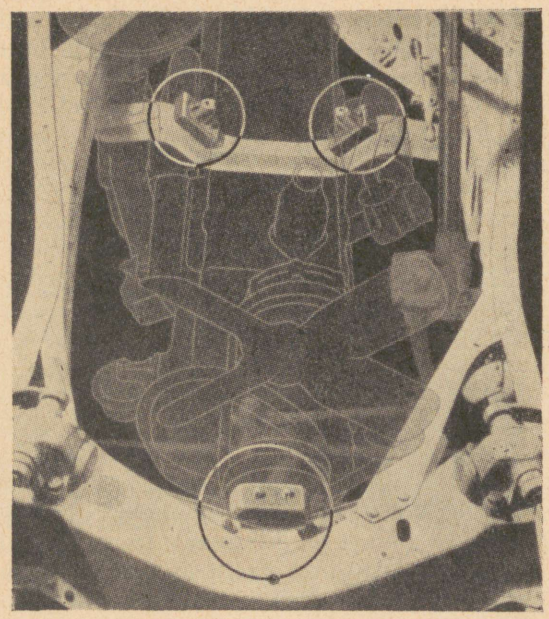
Mootori kinnistamisviise raamile.

Vanemad automootorid kinnistati autoraamile neljas punktis. Kinnistamine toimus käppade abil, mis kas valati või kinnistati poltidega kartri ülemise poole külge. Selle kinnistusviisiga taheti tugevdada raami esiotsa, sest mootori käpad moodustasid kaks põiksidet autoraamile (joon. 188). Peagi tuli ilmsiks selle kinnistusviisi puudus, mis seisnes selles, et mootori raami paindumised, mis tekkisid sõitmisel konarlikel teedel, avaldasid oma mõju ühtlasi ka kartrile, tekitades väntvõlli paindumisi. See kutsus esile raamlaagrite kiiret kulumist ja kuumenemist või koguni väljasulamist kuumenemise tagajärjel.



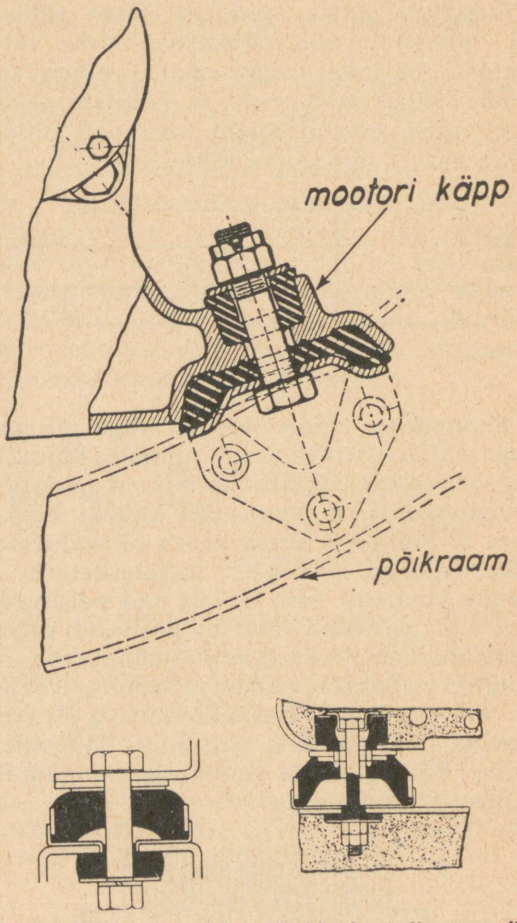
Joon. 188. Mootori kinnistus 4 punktis.

Kuna mootor oli tugevasti kinnistatud poltidega raami külge, kandusid kõik mootori vibreerimised raamile ja kerele, kutsudes esile murdumisi kere ja raami ühendustes ning vähendades sõidumugavust.



Joon. 189. Mootori kinnistus 3 punktis.

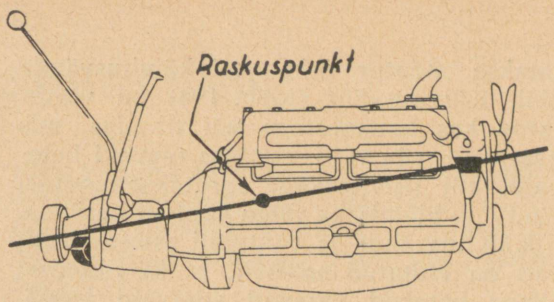
Et vältida raami paindumiste mõju kandumist mootorile, hakati mootoreid raami külge kinnistama kolmes punktis. Tavaliselt kinnistati mootori esiots raami esimesele põikkandjale ja tagaotsa kaks käppa raami külgedele (joon 189). Mootori kinnistamist raami külge kolmes punktis võib võrrelda kolmejalgse lauaga, mis püsib kindlasti jalgadel hoolimata põranda ebatasasusest, kuna neljajalgne laud vajab täiesti tasast põrandat.



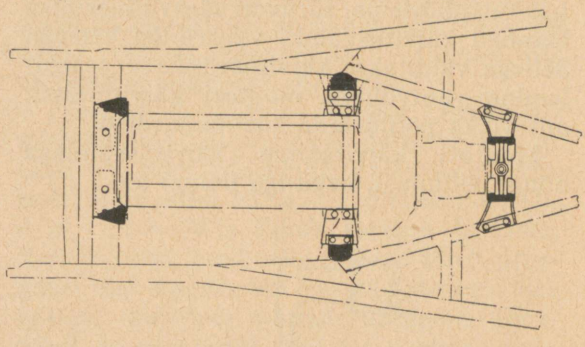
Joon. 190. Mootori käppade kinnistusviise raamile.

Mootori vibreerimiste ülekandumise takistamiseks raamile ja kerele asetatakse mootori kinnistuskohtade vahele kummist puhvrid või padjad (joon. 190). Neid kummist puhvreid on mitu tüüpi, vastavalt mootori kinnistusviisidele, kuid ülesanne on neil kõigil üks — takistada mootori metallosi puudutamast raami (joon. 191). See võimaldus ainult seetõttu, et leiti moodus, mis võimaldab kummit vulkaniseerida metallplaadi külge.

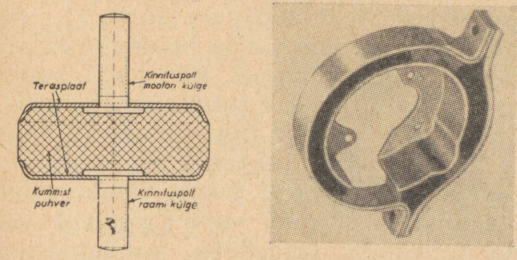
Moodsa mootori kinnistamise alal raami külge on mindud veelgi kaugemale ja nüüd mootor kinnistatakse raamile ainult kahes punktis (joon. 192). See nn. hõljuv kinnistusviis võimaldab mootoril õõtsuda iseseisvalt ja vibreerimised ei kandu seetõttu raa-

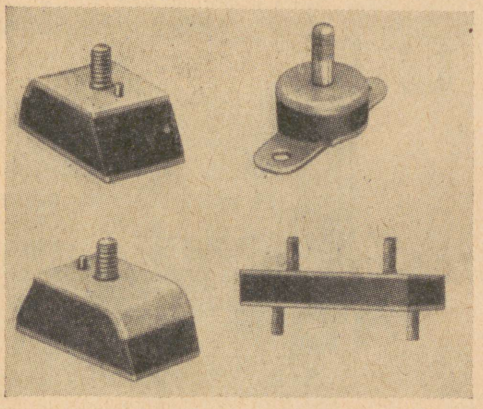


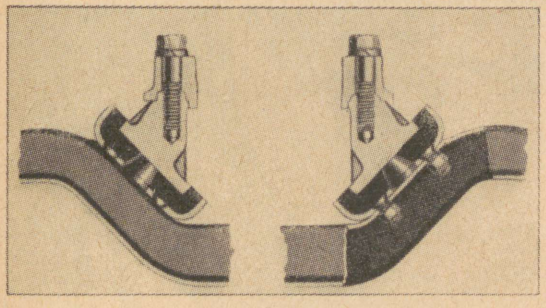
Joon. 192. Mootori kinnistus 2 punktis.



Joon. 193. Mootori kinnistus 5 punktis.







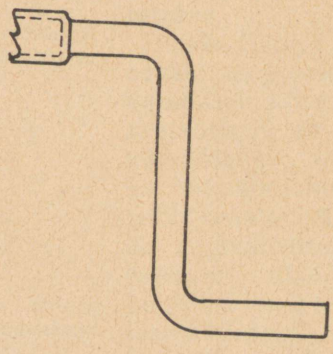
Joon. 191 Kummist puhvrite tüüpe.

mile. Kinnistamine on siin nii läbi viidud, et mootor toetub kahele kummist puhvrile, mis asetsevad selliselt, et nende ühendusjoon läbib mootori raskuspunkti. Sellega saavutatakse kõige vibreerimisvabam mootori töötamine.

Joon. 193 on toodud näide mootori kinnistamisest viies kohas. Seda kinnistusviisi kasutatakse peamiselt pikkadele, näit. 8-silindrilistele mootoritele.

Käivitusvänt.

Käivitusvänt leiab uuematel autodel üha vähem kasutamist, sest mootori käivitamine käivitus-elektrimootoriga *(startriga)* on muutunud niivõrd täiuslikuks ja töötamiskindlaks, et pole enam karta rikete tekkimist elekterkäivitusseadmes. Seepärast ehitavad mõned autovabrikud autosid täiesti ilma käivitusvända kasutamise võimaluseta ega anna müües autoga kaasa käivitusvänta. Teised vabrikud annavad küll ka käivitusvända sõidukiga ühes, kuid see leiab kasutamist ainult erakordsetel juhtudel, kui elektrimootoriga käivitusseadmes tekib rike.



Joon. 194. Käivitusvänt.

Võidusõiduautodel, kus kerguse mõttes ei kasutata elektripatareid ja käivitit, käivi-

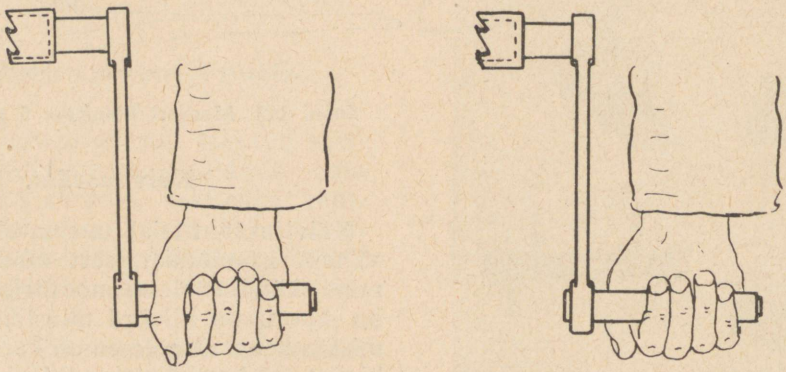
tatakse mootor ikka veel käivitusvända abil. Käivitusvänt (joon. 194) on varustatud kas hammastega või tihvtiga, mis haaravad väntvõlli esiotsas olevaid hambaid, kui käivitusvänt surutakse mootori väntvõlli ajamiseks vastu väntvõlli esiotsa.

Käivitusvända ja väntvõlli esiotsa hambad on ehitatud 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 kaasatiirlemine 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 keeru ringi, lülimata sisse elektersüüdet. Sellega imetakse põlevsegu mootorisse. Siis lülitatakse elektersüüde sisse ja tõmmatakse käivitusvänt kiire liigutusega alt üles.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata käega vändast kinnihoidmisvõttele. Joon. 195 on toodud õige ja vale vända hoidmine käivitamisel. Valel hoidmisel, kus pöial hoiab vända pidet sõrmedele vastassuunas ümber pideme, võib juhuslik liiga varajasest süütest tekkiv vända tagasilöök purustada pöidla. Kui aga pöial hoiab vända pidet nagu teisedki sõrmed samalt poolt pidet, tõmbab vända tagasilöök vändapideme käest välja, jättes käe terveks.



Vale. Õige.

Joon. 195. Käivitusvända hoidmine.

Mootorite jahutamine.

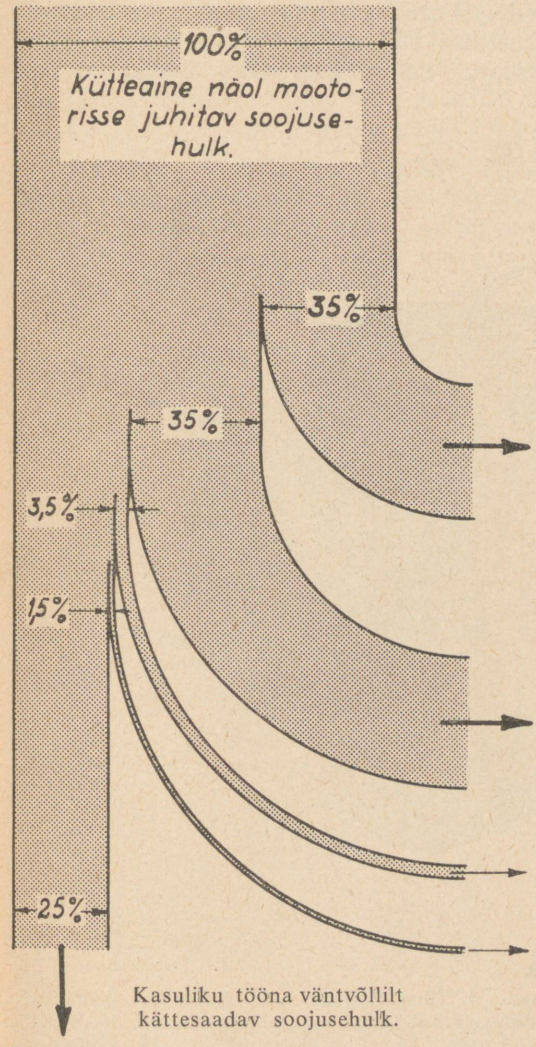
JAHUTAMISE TARVIDUS.

Mootori töötamisel plahvatuslöögid silindris järgnevad üksteisele väga sagedasti. Keskmiselt tekib silindris 1000 kuni 2000 plahvatuslööki minutis, andes tööd. Põlevsegu põlemisel *(plahvatusel)* vabanev soojahulk on väga suur, samuti on silindris valitsev temperatuur kõrge, tõustes töötaktil kuni 2000° C. On arusaadav, et silindri seinad, kolvi põhi, survekamber, klapid jne., puutudes kokku põleva seguga ja kuumade põlemisjääkidega, kuumenevad. Kui poleks ette nähtud eri seadet mootori jahutamiseks, muutuksid need osad juba mootori lühiajalise töötamise järele niivõrd tuliseks, et silindri seintel olev õli kaotaks oma õlitamisomadused, söestuks ning kolvid põleksid silindreisse kinni. Seepärast, et mootor võiks töötada, peab seda jahutatama.

Jahutamise teel mootorist kõrvaldatav soojahulk on väga suur, võrreldes kasulikult kasustatava soojahulgaga. See on pahe, millest praegusaja automootorite ehitajad ei oska veel üle saada.

Praegusaja automootorisse juhitavast soojahulgast kasustatakse kasulikult, s. o. saab töö näol väntvõllilt kätte vaid 22%, heal juhul kuni 25% — ülejäänud hulk, s. o. 75%—78% läheb asjatult kaduma. See on pahe, kuid selle pahega tuleb praegusel ajal leppida kui paratamatusega. See näitab, kuivõrd suured arenemisvõimalused on mootoreil veel ees sooja parema kasustamise mõttes.

Nagu diagrammist (joon. 196) nähtub, on suurimaiks kadudeks silindri seintest jahutamise läbi kõrvaldatav soojahulk — 35% — ja mootorist väljuvate põlemisjääkide soojasisaldus 35%. Peale nende kulub mootori liikuvate osade hõõrdumistakistuse võitmiseks umbes 3,5% mootorisse juhitava sooja hulgast ja 1,5% põlemisjääkide väljavoolamistakistuse võitmiseks läbi väljalasketorustiku ja summuti. Ainult 25% kasustatakse.



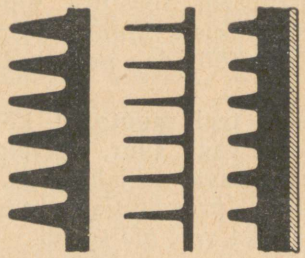
Joon. 196. Mootori soojuse jaotuse diagramm.

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

Kõige rohkem jahutamist vajavad need mootoriosad, mis puutuvad kokku põleva seguga ja kuumade põlemisjääkidega. Need on: survekamber, silinder, kolvi põhi ja klapid.

Mootorite jahutamiseks kasutatakse kahte moodust:

1) õhkjahutus,
2) vesijahutus.



Joon. 197. Joon. 198. Joon. 199.

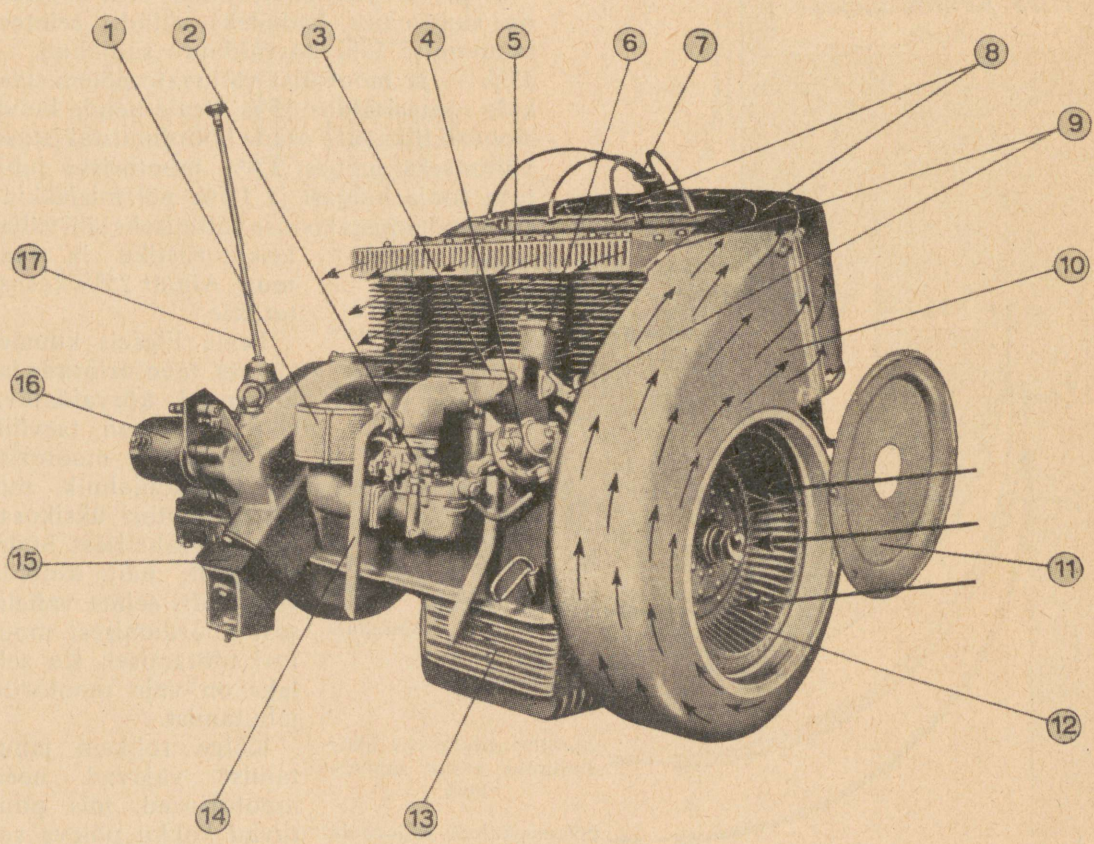
Õigemini öeldud on teine moodus samuti õhkjahutus selles mõttes, et mootori kahjulik kuumus juhitakse välisõhku, kuid siin juhitakse soe mootorist välisõhku, kasutades vahendajana vett, kuna esimesel moodusel juhitakse kahjulik soe mootorist otse välisõhku.

Polaarmais *(külmakliimalistes maades)* lennukeil ja mõnedel eriotstarbeks ehitatud mootoreil, kus on karta vee külmumist, kasutatakse õli vee asemel vahendajana sooja juhtimiseks mootorist välisõhku.

ÕHKJAHUTUS.

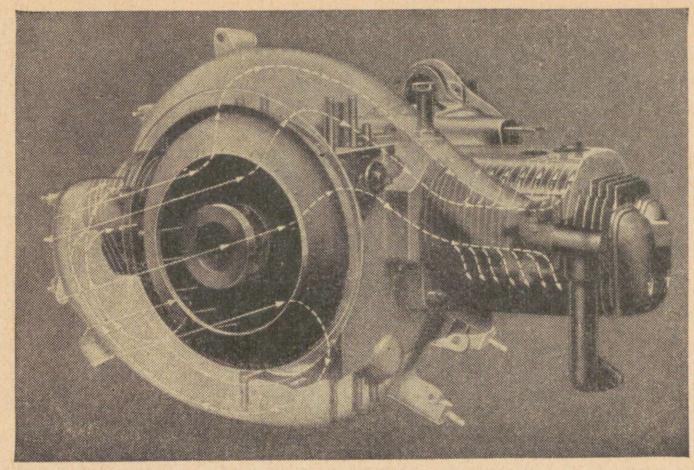
Mootorite õhkjahutamist leiame peamiselt mootorratta- ja lennukimootoritel. Siin kasustatakse jahutamiseks mootorite silindreid puutuvat õhuvoolust. Autode juures ei andnud katsed õhkjahutusega rahuldavaid tulemusi niikaua, kui mootorite jahutamiseks kasutati ainult sõidul mootoriga kokkupuutuvat õhuvoolust.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

Õhkjahutusega mootorite silindrid on varustatud ribidega, mis suurendavad jahutuspinda sooja paremaks äraandmiseks.



Joon. 200.

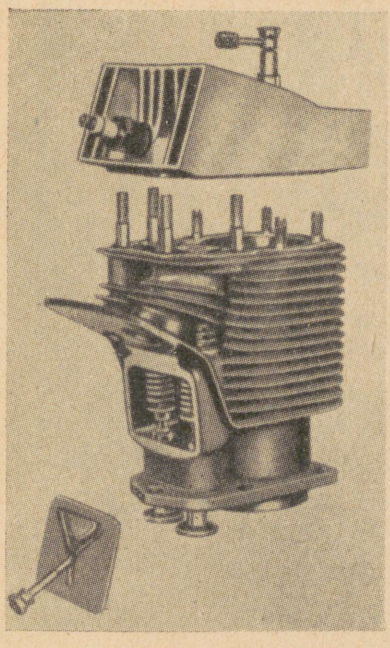
1. Õhupuhasti. **2.** Karburaator. **3.** Õlisissevalamisava. **4.** Bensiinipump. **5.** Silindrite kaaned. **6.** Jahutusseadme termostaat. **7.** Küünlajuhtmed. **8.** Õhukast. **9.** Jahutusõhu regulaatori hoob. **10.** Ventilaator. **11.** Kaitsesõel. **12.** Ventilaatori tiivikratas. **13.** Karter.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



Joon. 201. Õhkjahutusega mootor ventilaatoriga.

Malmvalusilindrid, mis leiame vanematüübilisil mootoreil, on valatud ühes ribidega (joon. 197). Need ribid kui ka silindrite seinad on paksud ega juhi seetõttu sooja nii hästi kui uuemal ajal kasutatavad terasvalusilindrid (joon. 198). Viimased on sama tugevuse puhul palju õhemad, samuti on jahutusribid õhemad ning seetõttu annavad sooja paremini õhule edasi.

Mõned automootorite vabrikud valmistavad õhkjahutusribidega mootorisilindreid alumiiniumvalust, sest alumiinium juhib hästi sooja. Kulumise vastu asetatakse silindreisse teraspussid (joon. 199).



Joon. 202. Õhkjahutusega mootori silinder kaanega.

Joon. 200 on toodud moodne õhkjahutusega 4-silindriline automootor. Mustade nooltega on näidatud õhuvool, mis ventilaatori poolt juhitakse üksikute silindrite juurde õhukanali ja jahutuskambrite kaudu. Vabriku andmeil ülalnimetatud mootori ventilaator ei tarvita töötamiseks rohkem jõudu kui vesijahutuspump.

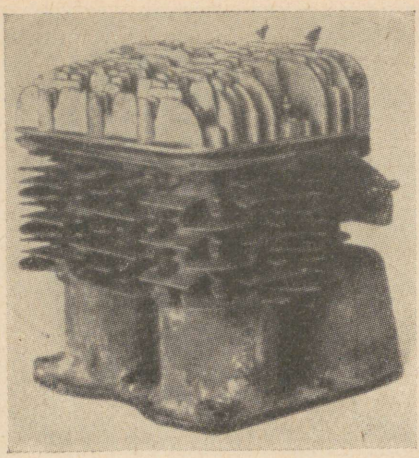
Mootori iga silinder evib iseseisvat kaant (joon. 202), mis surukambri paremaks jahutamiseks on ehitatud ribistikkarbina.

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

Suuremat jahutamissuutust evib mootor, mille õhkjahutusribid ei kulge tervikrõngastena ümber silindri, vaid asetsevad silindril korrapäratult üksikute lestadena (joon. 203).

Vanatüübiliste lennukimootorite silindrid, mis on varustatud õhkjahutusribidega, tiirlevad ümber paigalseisva väntvõlli. Seetõttu silindrid jahutuvad korralikult. On tehtud katset valmistada ka automootoreid tiirlevate silindritega, et saavutada mootori korralikku jahutust õhuga; tehtud katsed aga pole seni veel andnud niivõrd häid tulemusi, et selliseid automootoreid saaks valmistada müügiks hulgaliselt.

Õhkjahutuse kasutamisele võtmist automootoritel takistavad auto kasutamistingimused. Kord sõidab auto täiskiirusega piki tasast teed, samas peab ta aeglaselt üles liikuma pikal mäetõusul, kusjuures mootor töötab täistiirudel. Mootori jahutusseade peab võimaldama ühesugust jahutamist nii suvise kuumaga, kui on 30° või rohkem



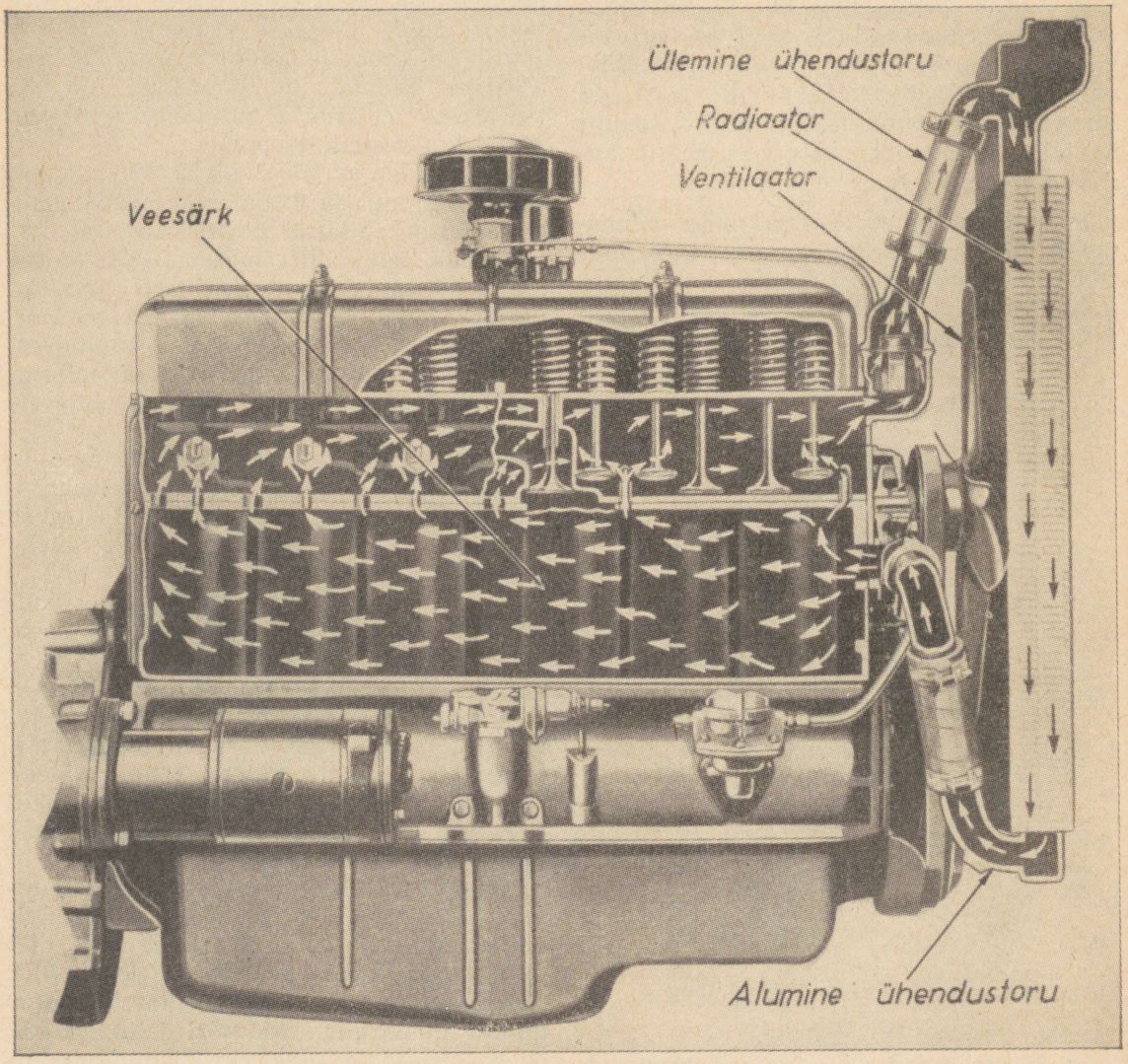
Joon. 203. Silinder õhkjahutusribidega.

sooja, kui ka talvel pakasega, kui on 20° või rohkem külma. Et õhkjahutamist kohandada mitmesuguste ilmastikuoludega, valmistavad mõned autovabrikud õhkjahutusventilaatori tiivad äravõetavana. Ilmade külmemaks muutumisel võetakse ventilaatori küljest tarviduse kohaselt üks või rohkem tiibu ära jahutusseadme kohandamiseks ilmastikuga.

Õhkjahutusribid peab hoitama puhtana õlist, tolmust ja porist, sest vastasel korral takistatakse sooja üleandmist ribidelt õhule ja mootor võib üle kuumeneda.

VESIJAHUTUS.

Liigse sooja ärajuhtimiseks kasutatav vesijahutusseade koosneb järgmistest osadest (joon. 204):



Joon. 204. Vesijahutusseade.

Veesärk. Veesärk on mootori silindrite jahutamist vajava osa ümber. Jahutusvesi voolab läbi veesärgi ümber silindri seinte ning võtab neilt liigse sooja kaasa.

Radiaator (jahuti). 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 kuumene veesärgis sedavõrd, et hakata keema.

Ventilaator. Ventilaator imeb õhku läbi radiaatori. See võimaldab jahutada radiaatoris olevat kuuma vett ka siis, kui auto seisab, aga mootor töötab edasi, või kui auto liigub aeglaselt raskel veol, mootor aga töötab täistiirudel, s. o. juhtudel, kui auto sõidust tekkivast radiaatorit läbivast õhuvoolusest ei piisa mootori jahutamiseks.

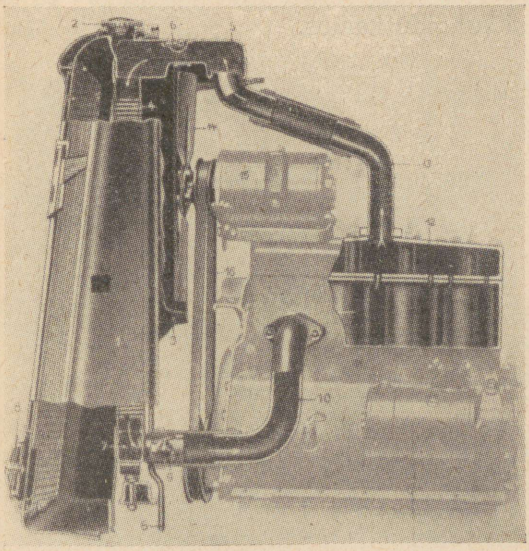
Vee ringvool jahutusseadmes. Automootorite vesijahutusseadmeis toimub vee ringvool kahesuguselt:

1) termosüfooniliselt või
2) pumba survel.

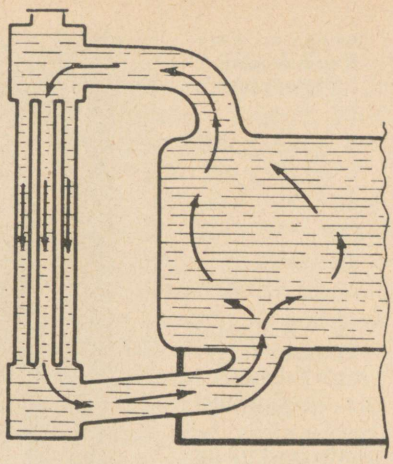
Sellest ongi nimetused: termosüfooniline jahutus ja pumpjahutus.

1. Termosüfooniline jahutus.

Termosüfoonilises jahutusseadmes põhjustab vee ringvoolu seadmes esinev veetemperatuuride vahe, nagu ütleb nimigi. Teatavasti esineb looduses nähtus, et vesi



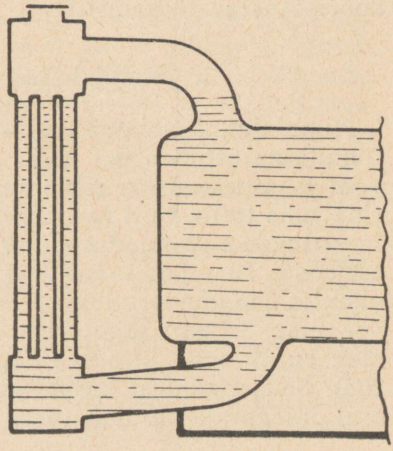
Joon. 205. Termosüfooniline jahutusseade.



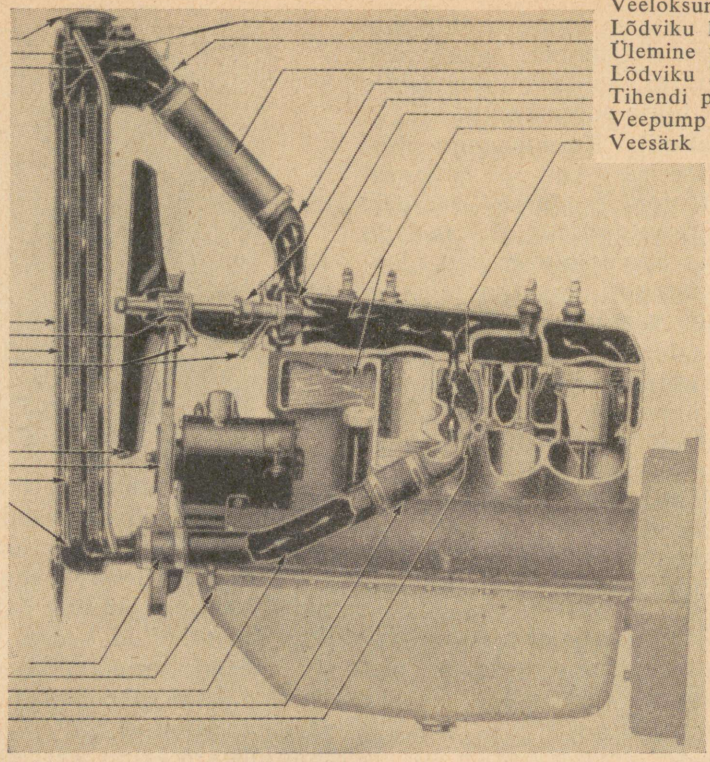
Joon. 206. Jahutusseade täidetud veega — ringvool olemas.

kuumenedes muutub erikaalult kergemaks. Seepärast jahedam vesi kui raskem vajub allapoole ja tõstab soojema kui kergema ülespoole. Sel loodusnähul põhjenebki termosüfooniline jahutus. Jahutusseade (joon. 205) 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 radiaatorisse, 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)*.

Termosüfoonilise jahutusseadme korralikuks töötamiseks peab seade olema alati täidetud veega kuni ülemise ühendustoru kõrgeima täpini (joon. 206). Juhul, kui vesi mõnel põhjusel seadmes on vähenenud



Joon. 207. Veepind jahutusseadmes katkenud — ringvoolu pole.



Joon. 208. Veepump on ülal veesärgis.

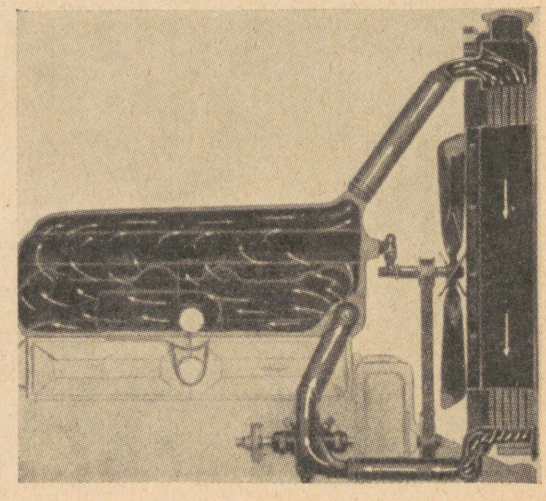
(ära auranud, ühendustoru halva ühenduse tõttu välja voolanud jne.) niivõrd, et ülemine veepind on katkestatud (joon. 207), ei saa vesi jahutusseadmes enam ringi voolata, mistõttu veesärgis olev vesi hakkab keema ning mootor kuumeneb üle.

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

Termosüfoonilise jahutuse puuduseks on mootori ülekuumenemine pikaajalisel täiskoormatusega töötamisel.

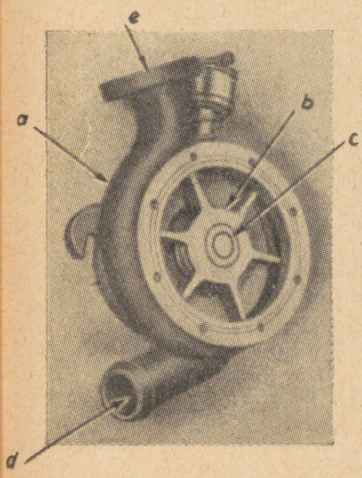
2. Pumpjahutus.

Pumpjahutus toimub taoliselt termosüfoonilisele jahutusele. Kuid siin veeringvool jahutusseadmes ei toimu temperatuuride vahe tõttu, vaid vesi surutakse läbi jahutusseadme veepumba abil. Veepump võib asetseda kas jahutusseadme ülemise või alumise ühendustoru juures. Esimesel juhul veepump võtab mootorist kuuma vett ning surub selle üles radiaatorisse (joon. 208). Seda moodust kasutatakse suuremal osal praegusaja automootoreil. Teisel juhul *(kui veepump asetseb alumises ühendustorus)* veepump võtab radiaatorist jahtunud vee ning surub selle veesärki (joon. 209). Mõlemal juhul toimub jahutusvee ringvool jahutusseadmes sundkorras veepumba survel. Pumpjahutusseadmes toimub vee ringvool kiiremini kui termosüfoonilises jahutuses. Seetõttu radiaator võib pumpjahutusega seadmel olla väiksema mahutavusega. See aga tähendab autol kokkuhoidu kaalus.



Joon. 209. Jahutusseadme veepump asetseb all.

Pumpjahutuse kiirem veeringvool tagab korralikku jahutust igasuguseil mootoritiirudel. Mida suuremal tiirudearvul mootor töötab, seda rohkem vajab ta jahutust. Pumpjahutus võimaldabki seda, sest suurema mootori tiirudearvu puhul tõuseb ka pumba surutöö, mistõttu vee ringvool jahutusseadmes muutub kiiremaks.



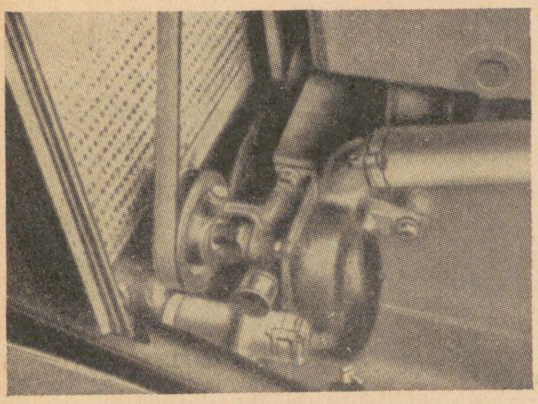
Joon. 210. Veepump.
a — Pumba kest.
b — Tiivik.
c — Võll.
d — Vee sissevool.
e — Vee väljavool.

3. Jahutusseadme veepumbad.

Peagu kõik praegu kasutamisel olevate automootorite pumpjahutusseadmed on varustatud tsentrifugaalpumbaga.

Tsentrifugaalpump (joon. 210) koosneb kestast a, milles tiirleb tiivikratas b võllil c. Vesi pääseb pumpa pumbakesta keskpaika suubuva ava kaudu läbi toru d. Tiirleva tiivikratta tiibade vahele sattuv vesi paisatakse tsentrifugaaljõul kesta välisringil oleva ava e kaudu välja ning juhitakse veesärki.

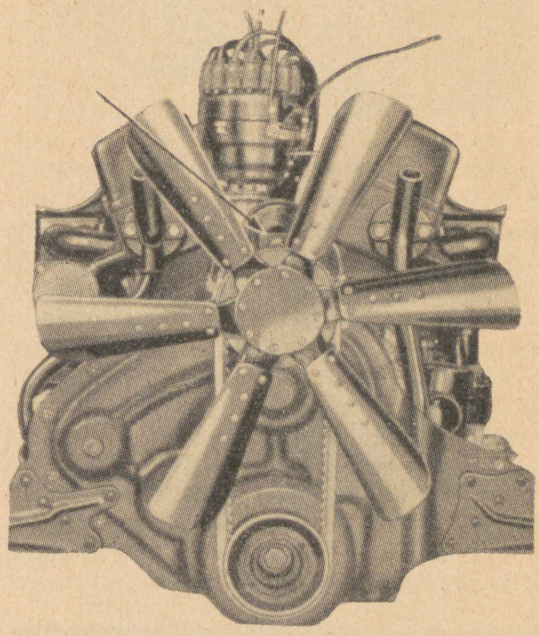
Joonisel 211 näidatud tsentrifugaalpump asetseb radiaatori ja veesärgi vahelises alumises ühendustorus.



Joon. 211. Veepump alumises ühendustorus.

Veepumbad saavad aju rihmülekande kaudu kas otse väntvõllilt või jaotusvõllilt või mõnelt muult mootori vahelvõllilt (joon. 212) või on otseses ühenduses dünamo- või magneetovõlliga (joon. 213).

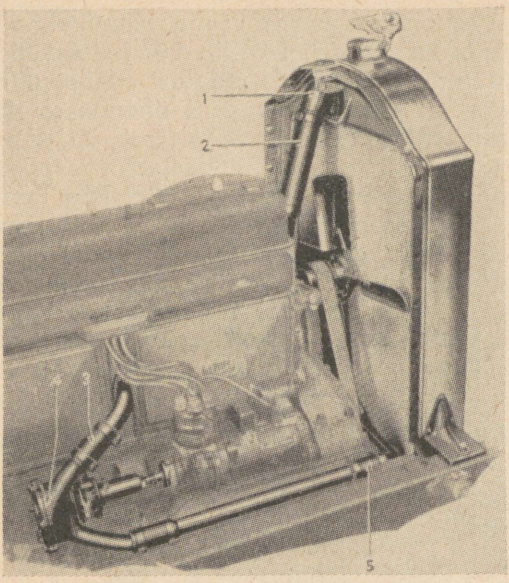
Moodsail mootoreil asetseb veepump mootori esiotsas veesärgi ülemises osas, kust ühendustoru suubub radiaatorisse (joon. 214). Siin veesärk moodustab ühtlasi ka pumba kesta ning pumba tiivikratas asetseb ventilaatoriga ühisel võllil, saades aju kiilrihma kaudu otse väntvõllilt. Pumba tiivikratta võll tiirleb kas kuullaagreis või pronkspusslaagreis. Laagrite õlitamiseks on ette nähtud vastavad avad (joon. 215).



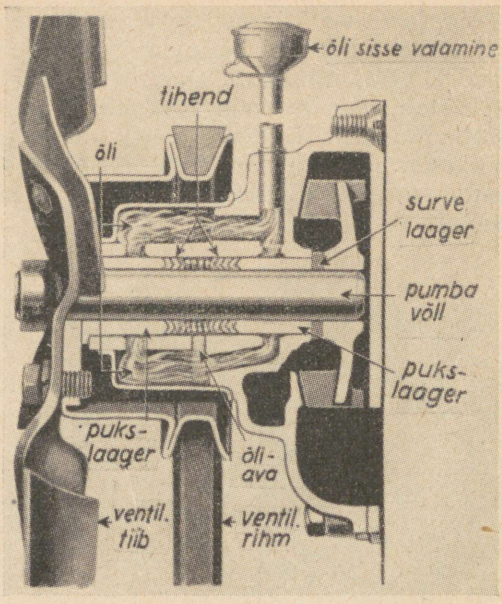
Joon. 212. Veepump, mis asetseb ventilaatoriga ühisel võllil, saab aju väntvõllilt kiilrihma kaudu.

Et vesi ei saaks võlli ja laagrite vahelt välja voolata, on võll tihendatud rasvanöörtihendiga, mida on võimalik mutri abil tarviduse kohaselt järele pinetada. Moodsate automootorite veepumpade tihendid koosnevad grafiitseibidest ja sünteetilisest *(kunstlikust)* kummist tihenditest. Need ei vaja õlitamist ega järelepinetamist, vaid nende pinetus toimub automaatselt (joon. 216).

Vee väljalaskmiseks pumbast on pumbakesta alumisse ossa asetatud veekraan (joon. 217). Et luuta mootori käivitamisel pumba tiivikratta tiibade murdumist, kui juhuslikult pumpa jäänud vesi talvel on külmunud, on vanemad automootorid varustatud kaitsmega (joon. 218). Kaitse



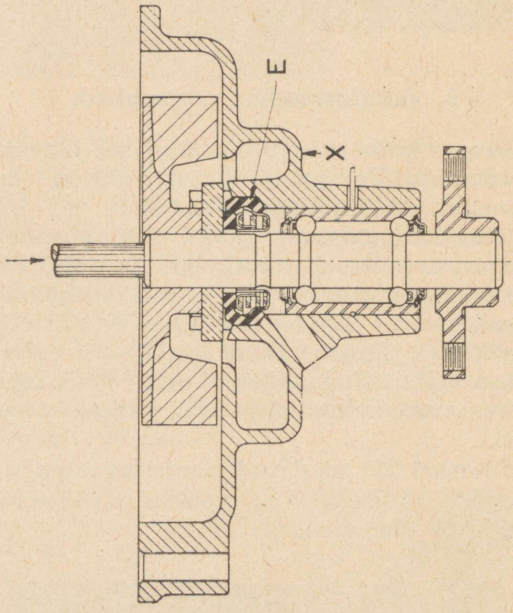
Joon. 213. Veepump ühisel võllil dünamoga.



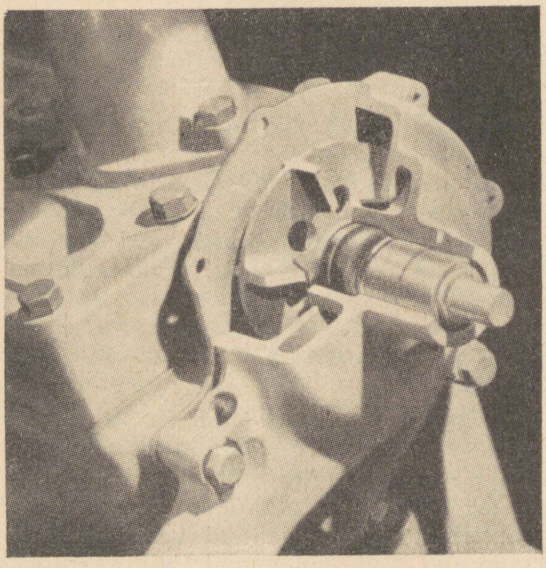
Joon. 215. Veepump.

koosneb pumbavõlli a ja ajajavõlli b vahele asetatud metalllamikust c, mis tiivikratta kinnijäämisel murdub kergemini kui tiivad.

Vanemail mootoreil kasutati jahutusveepumpadeks hammasrataspumpi (joon. 219), tiivikpumpi (joon. 220) 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



Joon. 216. Õlitamist mittevajav veepump.
E — sünteetilisest kummist tihend.



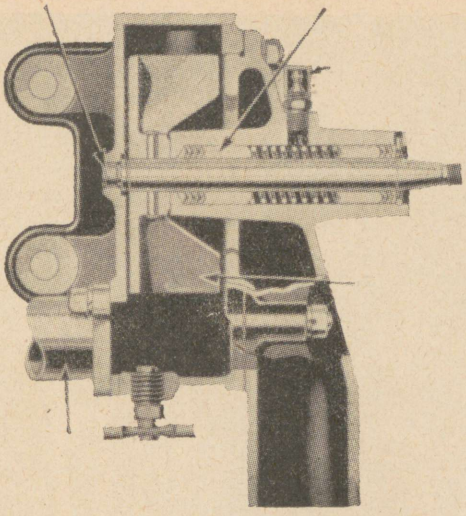
Joon. 214. Veepump mootoriploki esiotsas.

kulumist, mistõttu pump varsti muutub töötamiskõlbmatuks.

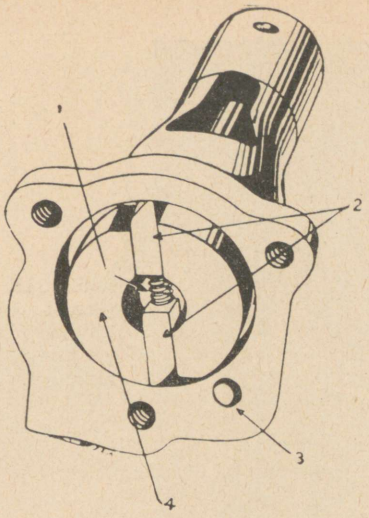
Tsentrifugaalpumbal pumba tiivikratas ei puuduta pumba kesta — seega tsentrifugaalpumbal puuduvad hõõrduvad osad, mis kuluksid pumba töötamisel.

4. Mootori veesärk.

Jahutusvee juhtimiseks ümber silindrite ümbritseb mootorisilindreid nn. veesärk.

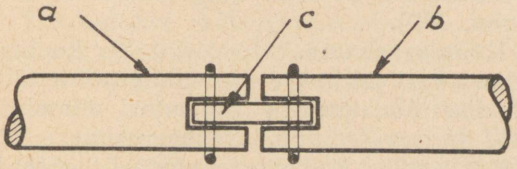


Joon. 217. Veekraan pumba kestas.



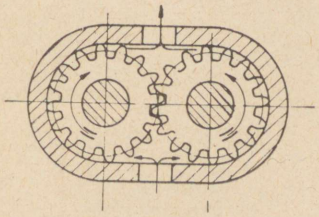
Joon. 220. Tiivikpump.
1) Vedru. 2) Tiivad. 3) Kest. 4) Võll.

Suuremal osal mootoreil on veesärk valatud koos silindritega (joon. 221), moodustades mootoriploki. Mõnedel eriotstarbeiks ehitatavail mootoreil, kus mootor peab olema võimalikult kerge, on veesärk valmistatud teras- või vaskplekist, mis on



Joon. 218. Veepumba kaitse.

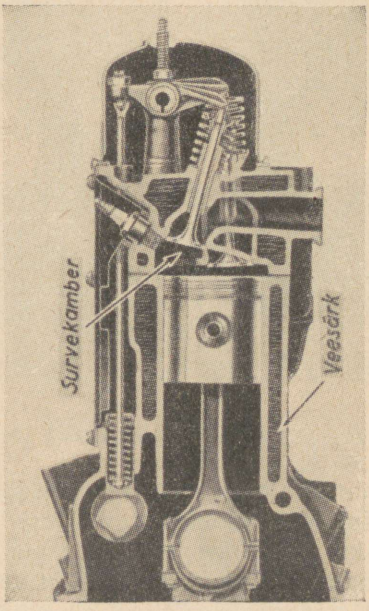
pressitud silindritele ümber (joon. 222). Vanemail mootoreil ulatus veesärk kuni kolvi alumiseni surnudpunkti-seisuni (joon. 223). Moodsate mootorite veesärk aga katab silindri välist seina üleni (joon. 224). Sellega saavutatakse kolbide paremat jahutust.



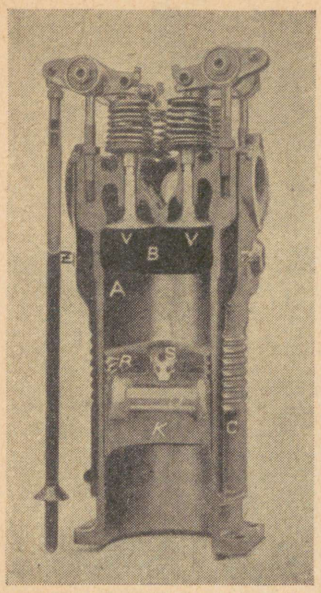
Joon. 219. Hammasratas-pump.

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 põlemisjääkide mõju all, teisest küljest jahutusvee juurdepääs klapipesadele on raskendatud veesärgi ehituskuju tõttu klapipesa ümbruses.

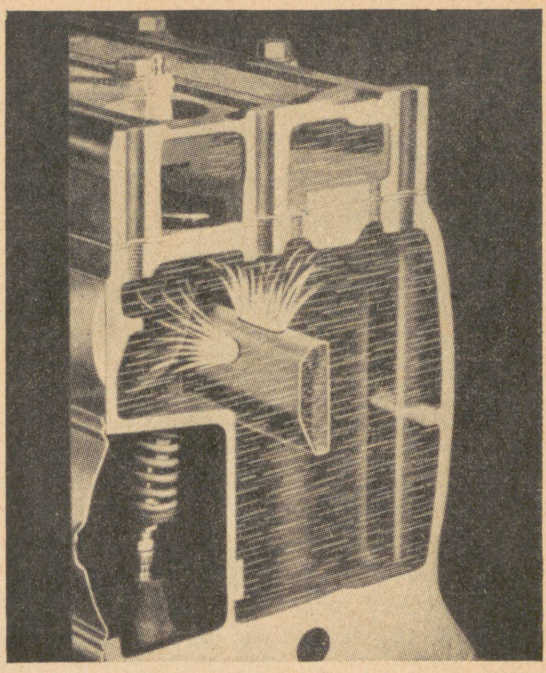
Moodsate mootorite jahutusseadmeis on neist raskustest saadud üle sel teel, et külm jahutusvesi ei juhita mitte otseselt veesärki, vaid veesärgis asetsevasse plekktorru (joon. 225). See plekktoru evib iga silindri kohal küljel augukesi suunaga väljalaskeklappide



Joon. 221. Veesärk.

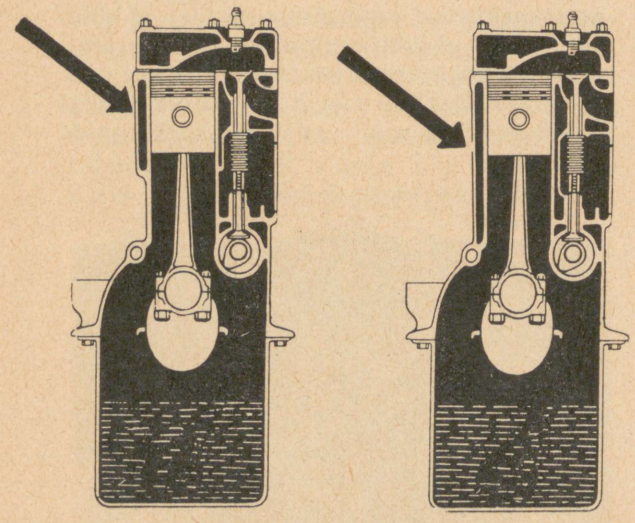


Joon. 222. Vaskplekist veesärk silindri ümber vanematüübilisel mootoril.



Joon. 225. Veesärgis asetsevast torust paiskub vesi vastu väljalaskekanali seina.

pesade poole. Neist augukestest paiskub vett jugadena välja, jahutades esmalt klapipesade ümbrust, ja alles siis vesi pääseb edasi jahutama silindreid. Selliselt jahutatakse kõiki silindreid ühtlaselt ning enam jahutamist vajavaid kohti jahutatakse rohkem.



Joon. 223. Lühike veesärk. Joon. 224. Pikk veesärk.

5. Radiaatorid.

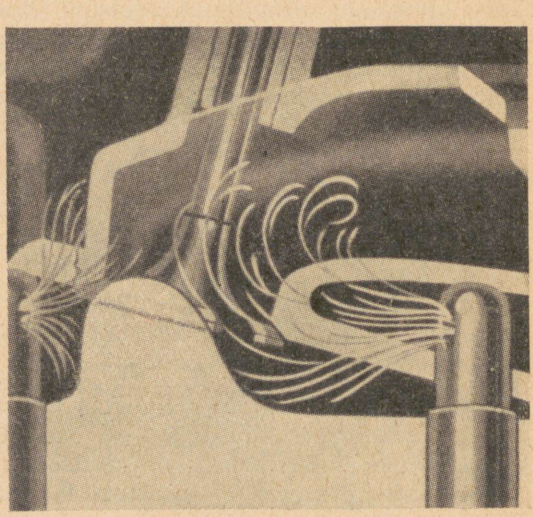
Radiaatori **(jahuti)** ülesanne on jahutada mootoriplokis kuumenenud vesi uuesti kõlbavaks mootoriplokki jahutama. Seega on võimalik ühte ja sama väikest veehulka kasutada pidevas ringkäigus mootori jahutamiseks.

Radiaator koosneb järgmistest osadest (joon. 230).

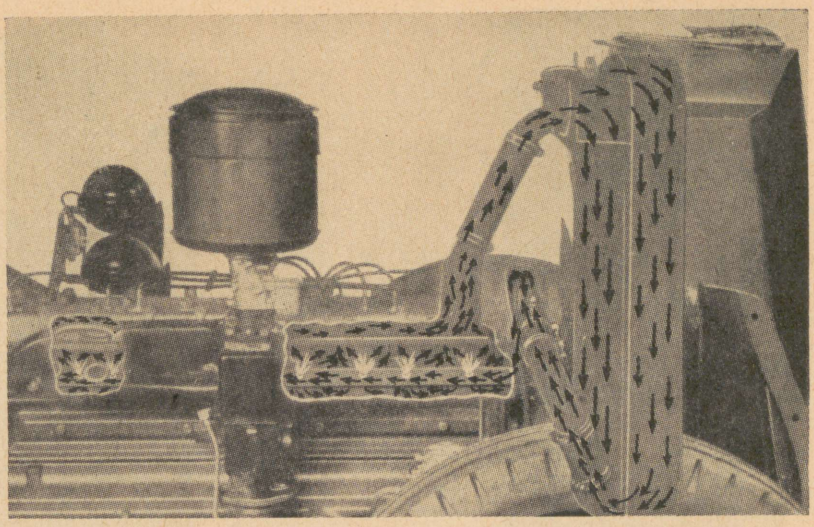
Kuumaveeanum. Mootoriplokis kuumenenud vesi juhitakse veepumba poolt läbi ülemise ühendustoru radiaatori ülemises osas asetsevasse kuumaveeanumasse.

Kärjestik. Kuumaveeanumast valgub kuum vesi kärjestikku. Läbides kärjestikku vesi jahtub.

Külmaveeanum. Jahtunud vesi koguneb kärjestikust radiaatori allosas asetsevasse



Joon. 226. Eriliselt ehitatud toru väljalaskeklappide jahutamiseks.



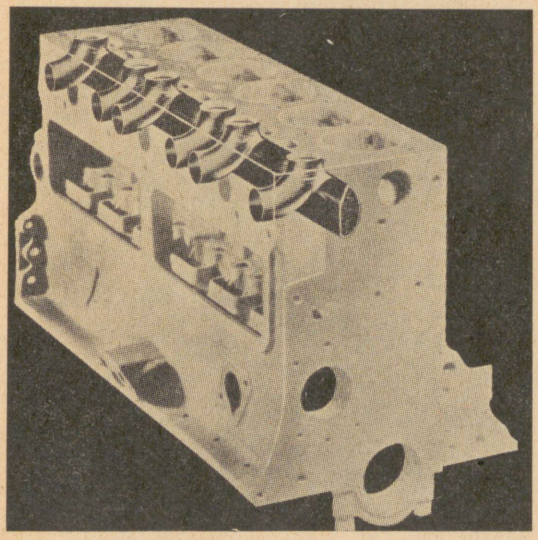
Joon. 227. Jahutusvesi juhitakse radiaatorist veesärgis asetsevasse torru.

külmaveeanumasse ja voolab sealt läbi alumise ühendustoru tagasi mootori veesärki.

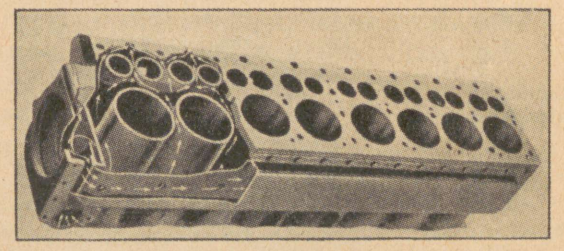
Roostetamise vältimiseks ja paremaks jahutuse saamiseks, s. o. sooja paremaks üleminekuks jahutusveelt välisõhule valmistatakse radiaatorid vaskplekist kui hea soojajuhtivusega materjalist.

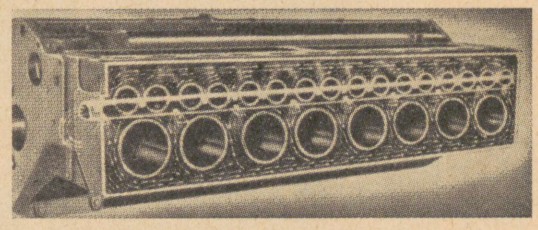
Levinumaid radiaatoreid on nn. „toruradiaator" (joon. 231). Toruradiaator koosneb ühest kuuma- ja teisest külmaveeanumast, mis on omavahel ühenduses mitme rea peente (3- kuni 4-mm-se läbimõõduga) õhukeseseinaliste jahutustorude kaudu. Et suurendada jahutustorude jahutamispinda, ümbristatakse jahutustorud jahutusribidega (joon. 232). Jahutusribideks on mulkudega vaskplekid, mida läbivad jahutustorud. Jahutusribid on tinutatud jahutustorude külge ning moodustavad ühiselt radiaatori kärjestiku.

Suurema jahutuspinna saamiseks valmistavad mõned autovabrikud radiaatori jahutustorude jahutusribid sik-sakilisest plekist. Pealegi sellised radiaatorid on väliselt nägusamad.



Joon. 228. Mootoriplokki asetatud veejaotustorust juhitakse vesi jugadena vastu väljalaskeklappide kanalit nende intensiivseks jahutamiseks.

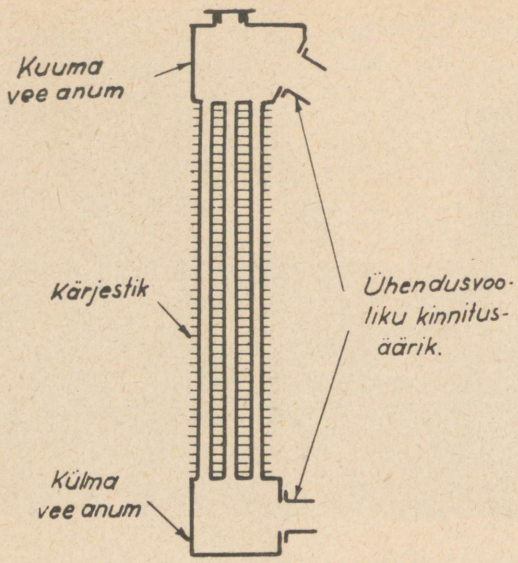




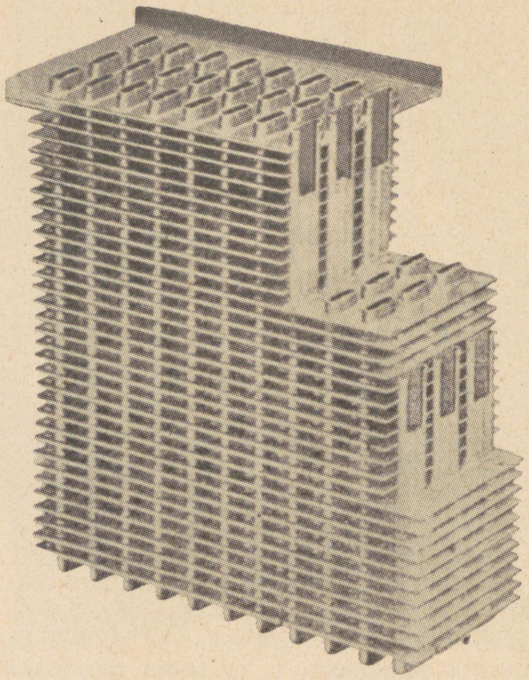
Joon. 229. 8-silindrilise mootoriploki jahutusviise.

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

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



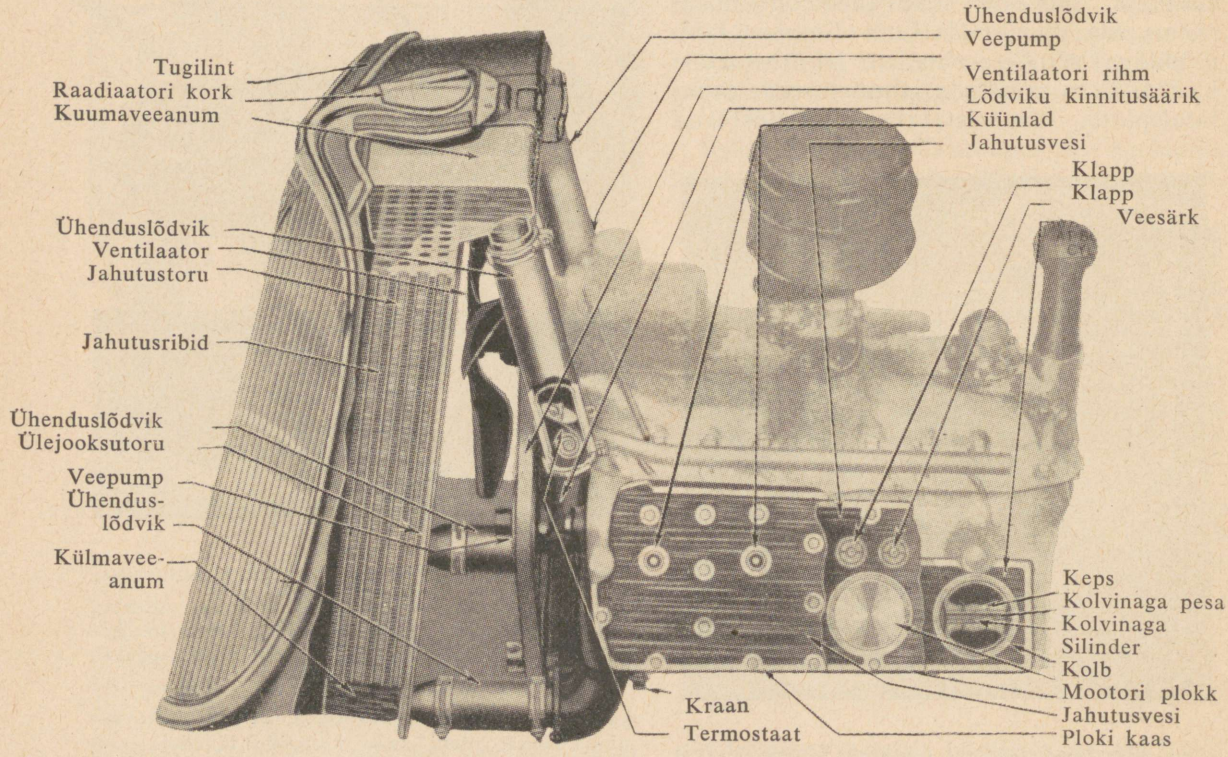
Joon. 230. Radiaator.



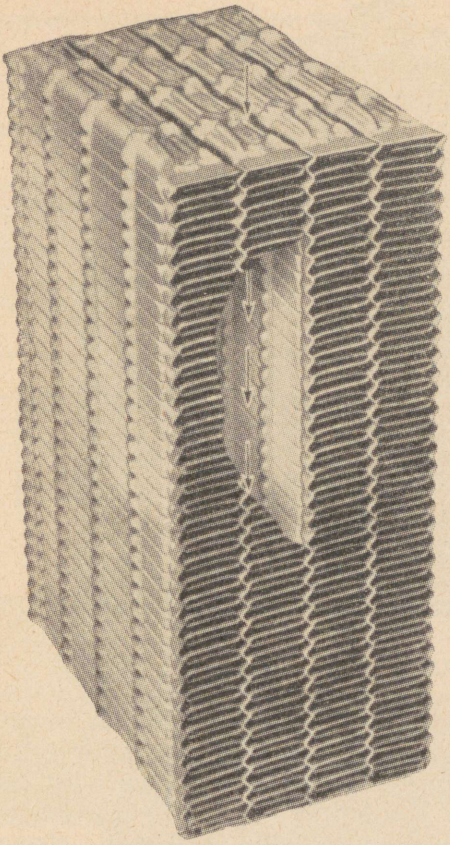
Joon. 232. Lõige läbi toruradiaatori kärjestiku. Torude ümber on jahutusribid.

Rohkesti kasutatakse radiaatoreid, mille kärjestik ei koosne ümargustest peentest torudest, vaid hulgast lamedaist, neljakandilise põiklõikega õhukesist vaskplekktorudest (joon. 233).

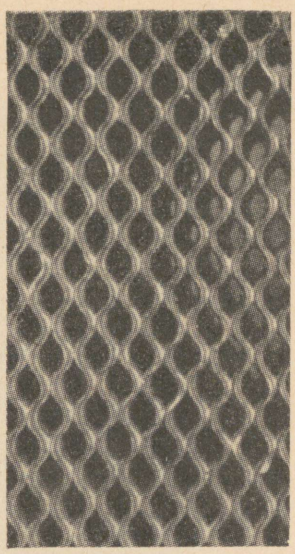
Paremaks jahutamiseks asetatakse nende torude vahele jahutusribid kas sik-sakiliselt (joon. 234) või neljakandiliselt (joon. 235), või jahutustoru ise on painutatud kas sik-sakiliseks või laineliseks (joon. 236).



Joon. 231. V8-mootori jahutusseade toruradiaatoriga.



Joon. 233. Lõige läbi radiaatori kärjestiku.



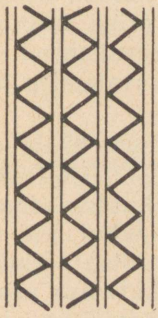
Joon. 236. Lainjaks pressitud jahutustoru.

Toruradiaatorid on suurt poolehoidu võitnud just termosüfoonilistes jahutusseadmetes, sest toruradiaatori torude veeläbivoolutakistus on väikene.

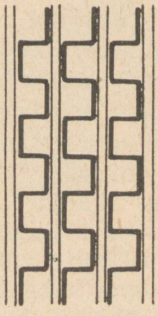
Kolmas tüüp kasutamisel olevaid radiaatoreid on nn. **kärgradiaator.** See koosneb üksikuist väikestest ümarguse või neljakandilise põiklõikega torukestest (joon. 237), mille otsad on pressitud laiemaks ja nelja- või kuuekandiliseks. Torukeste pikkus vastab radiaatori kärjestiku paksusele. Neid väikesi 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 õhk läbib torukesi. Väljastpoolt torude otsad on kokku tinutatud. Seega meenutab radiaatori kärjestik välispidiselt mesikärge, millest tulebki nimetus — kärgradiaator. Kärgradiaator evib suurt jahutuspinda, kuid valmistada on kallis. Kasutatakse kallimahinnalistel autodel.

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

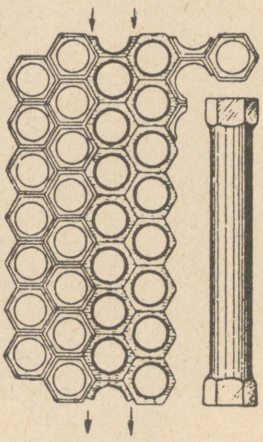
Nagu nägime, koosneb radiaator hulgast õhukestest torukestest ja peentest vaskplekkribakestest, mis on kokku tinutatud; seega radiaator on ehituselt väga õrn. Kuna kõik need torukesed moodustavad



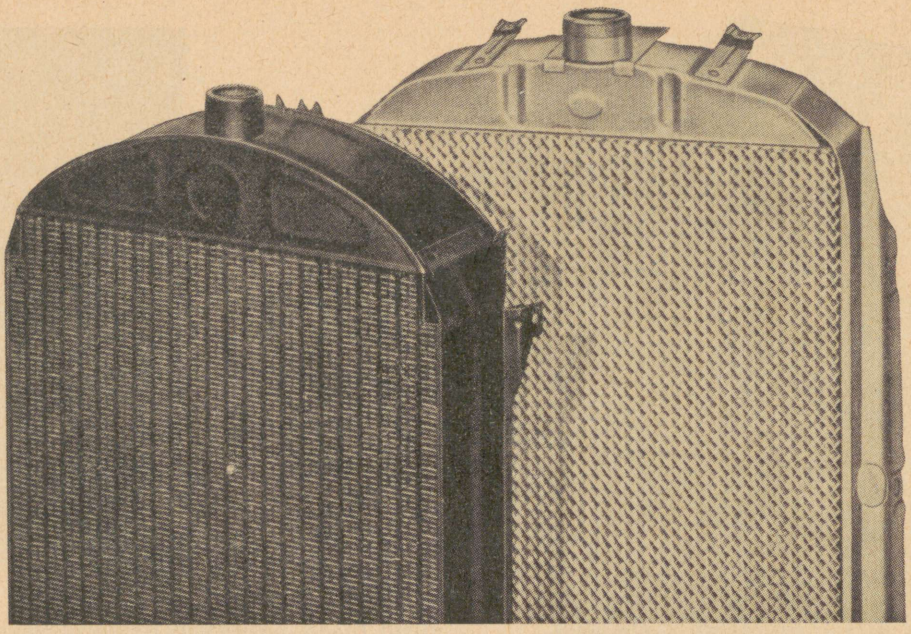
Joon. 234.



Joon. 235.



Joon. 237. Tükk kärgradiaatorit.

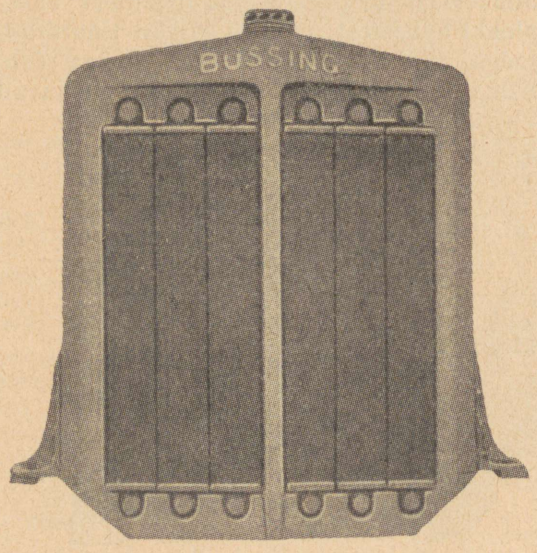


Joon. 238. Toru- ja kärgradiaator.

ühe terviku, mis on täidetud veega, põhjustab rike või vigastus ühes torukeses vee väljavoolamise 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 koosnevad 4 kuni 8 üksikust elemendist (joon. 239). Kui juhtub rike ühes või paaris neist elementidest, võib vigastatud elemendi mõne minuti jooksul radiaatorist kõrvaldada ja elemendi ühendusmulgud radiaatori kuuma- kui ka külmaveeanumas selleks kaasasolevate muhvidega kinni katta.

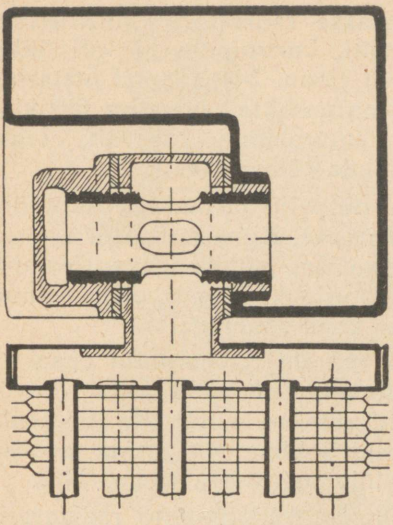


Joon. 239. Normaalelementidest radiaator.

Seejärele võib autot ajutiselt edasi kasutada, kuigi väiksema radiaatoriga, kuni radiaator korrastatakse. Vabrik, kes neid radiaatoreid ehitab, soovitab koguni pidada autos tagavaraelemente, et need oleksid vahetamiseks käepärast. Joon. 240 näeme elemendi kinnistusviisi radiaatori kuumaveeanumaga. Samasugune kinnistusviis on ka külmaveeanumaga.

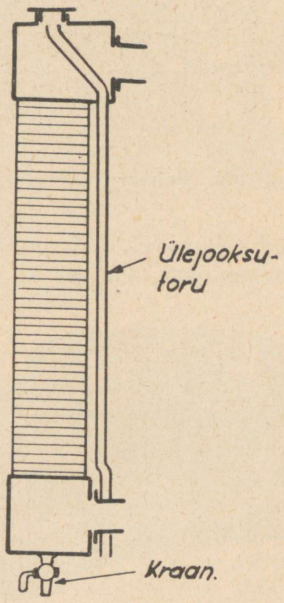
Vee sissevalamiseks jahutusseadmesse on radiaatori ülemises osas ette nähtud vee sissevalamise ava, mis on kaetud korgiga (joon. 241). Et hoida ära prügi sattumist jahutusseadmesse vee sissevalamisel, on mõnel radiaatoril vee sissevalamise aval peenike traatsõel.

Jahutusseade on välisõhuga ühenduses ülejooksutoru kaudu (joon. 242). Ülejooksutoru kaudu voolab jahutusseadmesse valatud üleliigne vesi ära. Juhul, kui vesi juhuslikult mõne rikke tõttu jahutusseadmes hakkab keema, tekkiv aur pääseb välisõhku ülejooksutoru kaudu. Seega ei saa jahutusseadmes tekkida ülerõhet, mis võiks

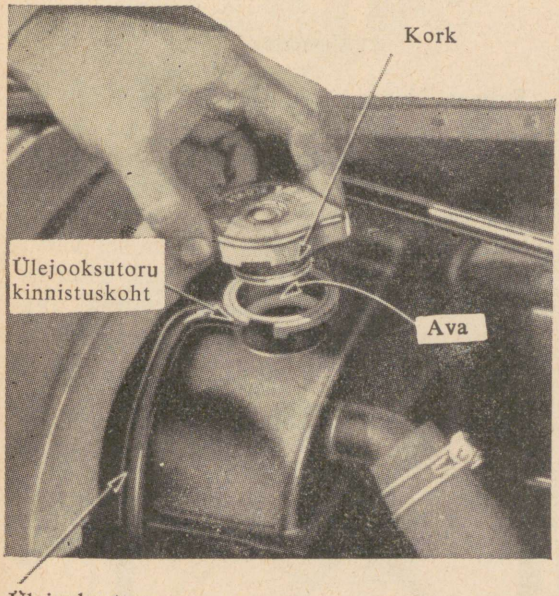


Joon. 240. Normaalelemendi kinnistus.

radiaatori purustada. Ülejooksutoru ülemine ots ulatub radiaatori kuumaveeanumasse ja määrab seal kõrgeima veeseisu jahutusseadmes. Alumine ots suubub radiaatorist allapoole.



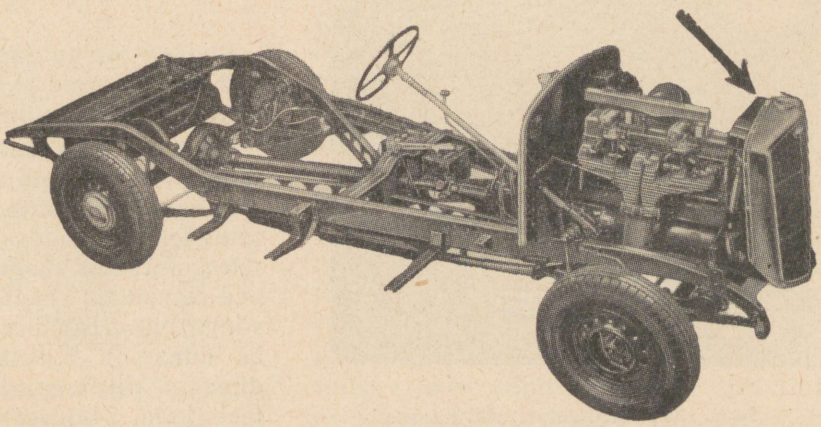
Joon. 242.



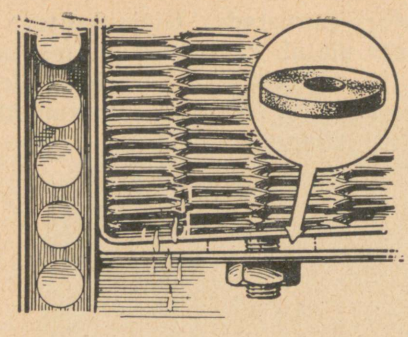
Joon. 241. Vee sissevalamise ava.

Jahutusseadme kõige madalamas kohas asetseb kraan jahutusseadme tühjendamiseks veest. 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. 243). Mõnedel vanemail autotüüpidel asetses radiaator mootori taga. See asetusviis pidi radiaatorit rohkem kaitsma vigastuste eest kokku-

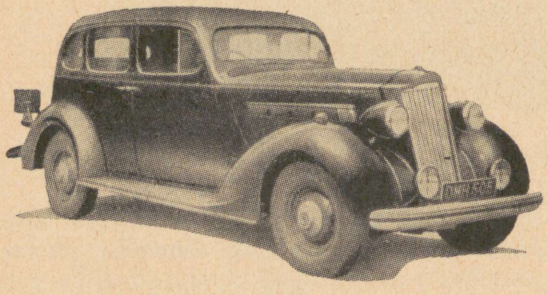


Joon. 243. Radiaator asetseb auto esiotsas.



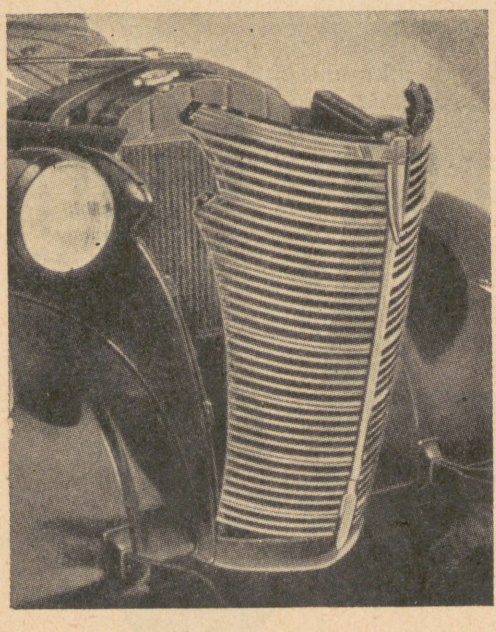
Joon. 244. Puhver radiaatori kinnistuskohas.

põrkeil. Autodel, mil mootor asetseb auto tagumises osas, asetseb ka radiaaator taga.



Joon. 245. Radiaator auto esiotsas.

Radiaator kinnistatakse poltidega käppi pidi autoraami esiotsa külge või esimese põikraami külge. Et autoraami paindumine konarlikel teedel ei saaks vigastada radiaatorit, asetatakse radiaatori kinnistuskäppade alla vilti, kummipuhvrid või lühikesed vedrud (joon. 244). Samal otstarbel mõnikord kinnistatakse radiaatori üks kinnistuskäpp autoraamile tugevalt, teine raamil painduda võimaldavalt.



Joon. 246. Radiaatori iluvõrekate.

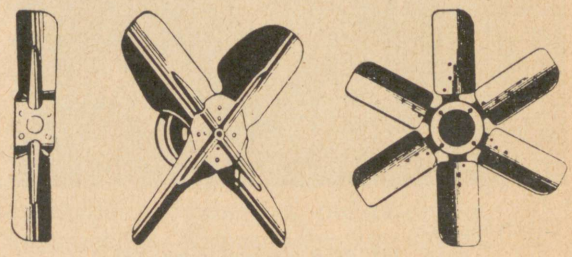
Radiaator oli palju aastaid iga autotüübi väliseks tunnuseks. Kuna radiaator asetses just auto esiotsas, püüdis iga autovabrik anda radiaatorile kuju, mis oleks olnud kaunistuseks kogu sõidukile.

Moodsate autode radiaatoreid enam ei näe väljastpoolt, sest neid katab iluvõrestik. Nüüd antakse sellele iluvõrestikule kuju, mis peab sobima praegusaja moodsa sõiduki voolujoonelisusega (joon. 246).

Ühtlasi iluvõre kaitseb auto radiaatorit juhuslike vigastuste eest.

6. Ventilaatorid.

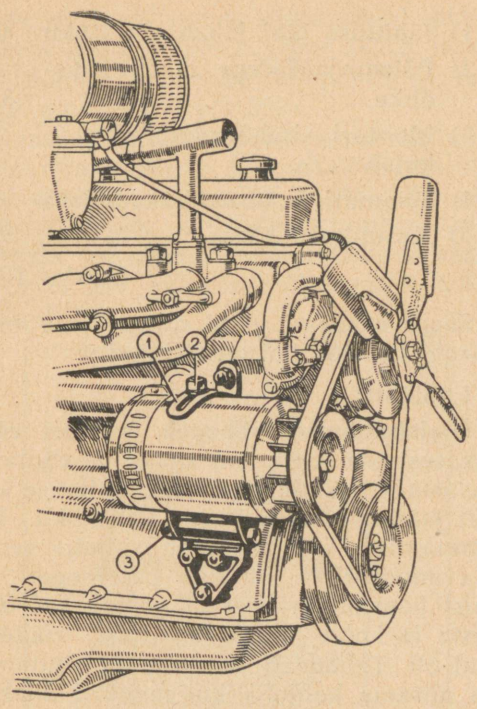
Sellest õhuvoolusest üksi, mis läbib radiaatorit auto liikumisel, ei piisa korralikuks jahutuseks. Radiaatori jahutusvõime tõstmiseks varustatakse mootori jahutusseade ventilaatoriga, mis asetatakse otse radiaatori taha. Mootori töötamisel ventilaator imeb õhku läbi radiaatori, kindlustades korralikku jahutust ka sõiduki aeglasel liikumisel ja seismisel.



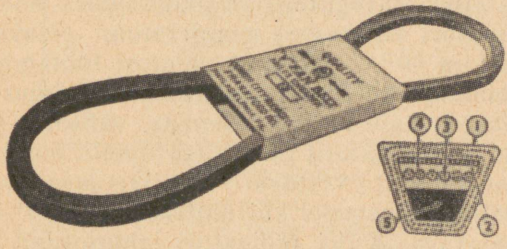
Joon. 247. Ventilaatoritiivikud.

Suurem osa automootorite ventilaatoreid evib 4 tiiba, kuid leidub ka 2- ja 6-tiivalisi ventilaatoreid (joon. 247).

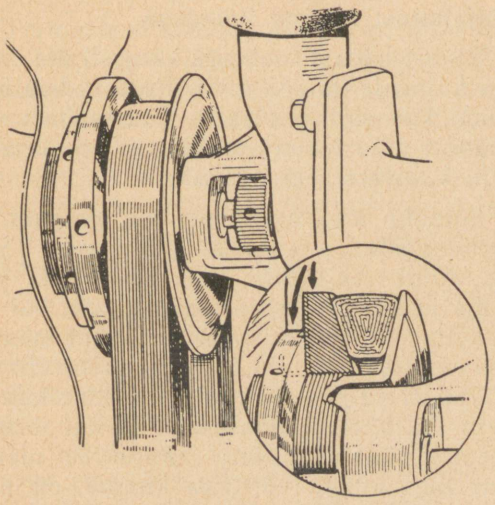
Ventilaatori tiivad vanemail automootoreil valati alumiiniumist koos nabaga. Moodsate ventilaatorite tiivad stantsitakse raudplekist. Moodsail automootoreil asetseb ventilaator veepumbaga ühisel võllil ja nad saavad aju kiilrihmülekande kaudu otse väntvõllilt. Tavaliselt sama kiilrihm ajab ka dünamot. Kiilrihma saab pinguldada dünamo kiilrihmaratta eemale nihutamise teel (joon. 248) või ventilaatori kiilrihma-



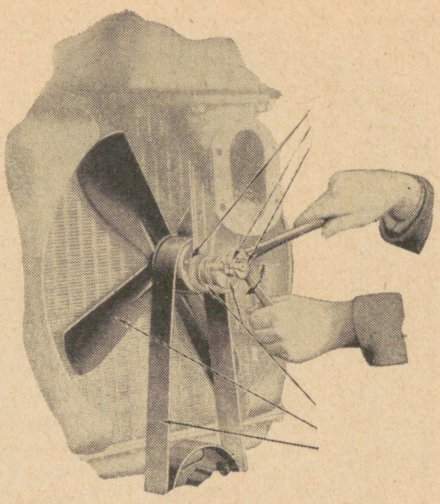
Joon. 248. Ventilaatori rihma pinguldamine dünamo eemalenihutamise teel.



Joon. 249. Ventilaatoririhm.
1) Välimine riie. 2) Aluskude. 3) Sisemine vahelriie. 4) Kummikate. 5) Kummisüdamik.



Joon. 250. Rihma pinguldamine rihmaratta palge nihutamise teel.



Joon. 251. Rihma pinguldamine rihmaratta ekstsentrilise telje keeramise teel
(vanem tüüp)

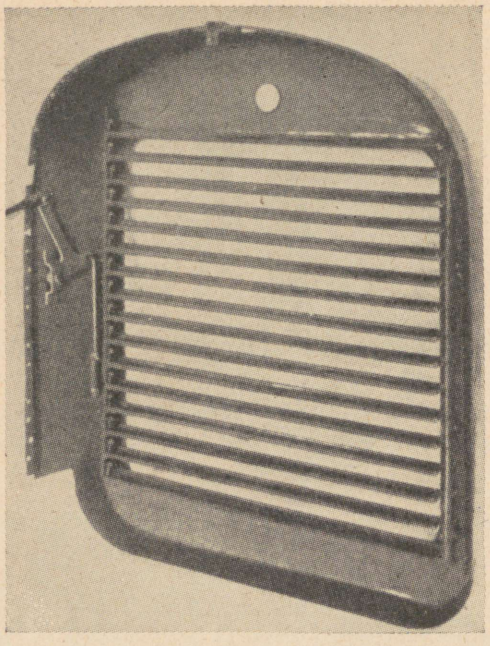
ratta palete koomale keeramise teel, kui see on valmistatud poolitatavalt (joon. 250). Leidub ka ventilaatoririhma automaatseid pinguldusseadiseid. Siin vedru surub üht rattakest pidevalt vastu rihma, mis hoiab rihma alati pingul.

7. Jahutusvee temperatuuri reguleerimine.

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

Kui jahutusvee temperatuur veesärgis hoida kõrgemana või koguni lasta veel kuumeneda keemiseni *(vesi keeb 100° C)*, siis ülekuumeneb mootor. See aga halvab mootori korralikku õlitust, mootori üksikosad kuumenevad ning tekitavad võõrsüüteid, kolvid ja klapid võivad kinni põleda, tekib detonatsioon ning mootori võimsus langeb väheneva sisselaskemäära tõttu.

Teisest küljest aga ei tohi hoida jahutusvee temperatuuri veesärgis külmemana kui 80°—90° C, sest sellega viiksime asjatult jahutusvee kaudu välisõhku suure osa sellest soojast, mis põletise näol juhime mootorisse ja millest tahaksime võimalikult suurt osa saada väntvõllilt kasuliku tööna. Tähendab, raiskaksime asjatult sooja *(põletist)*, viies seda kasutult välisõhku, selle asemel et see annaks meile kasulikku tööd. Jahutusvee liiga madal temperatuur põhjustab mootori võimsuse lan-



Joon. 252. Plekkribadest radiaatorikate.

gust. Asja selgituseks olgu toodud alljärgnev näide.

Näide.

Õige jahutusega mootoris *(jahutusvee temperatuur on 80°—90° C)* kasustatakse põletisest saadav soojahulk järgmiselt:

1) Jahutuse läbi läheb välisõhku	35%
2) Põlemisjääkidega läheb välisõhku.	35%
3) Mootori sisehõõrdumiseks kulub	3%
4) Summuti- ja torustikukadudeks	2%
5) Kasulikuks tööks	**25%**
Kokku	100%

Kui ülejahutame mootori *(näiteks hoiame jahutusvee temperatuuri 50° C)*, pääseb mootorisse juhitavast soojahulgast rohkem jahutusseadme kaudu välisõhku. Oletame, et tähendatud temperatuuri puhul läheb jahutusvee kaudu välisõhku 40% sooja.

Seejuures aga ei vähene põlemisjääkidega välisõhku minev soojahulk, ka ei vähene see soojahulk, mis kulub mootori sisehõõrdumiseks ning põlemisjääkide väljavoolu takistuste *(läbi summuti ja torustiku)* võitmiseks. Väheneb ainult kasulikuks tööks minev soojahulk. Seega oleks sooja jaotumistabel järgmine:

1) Jahutuse läbi läheb välisõhku	40%
2) Põlemisjääkidega 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 sooja, mis saaksime väntvõllil kasustada kasulikuks tööks, juhitakse asjatult jahutusseadme kaudu välisõhku. Ülejahutamisel kondenseerub silindri seintel osa mootorisse imetud põlevsegus olevaist bensiiniaurudest ja voolab kolvirõngaste ja kolvi vahelt kartrisse, rikkudes seal õli. Tähendab, mootori ülejahutamine on niisama kahjulik kui mootori ülekuumeneminegi.

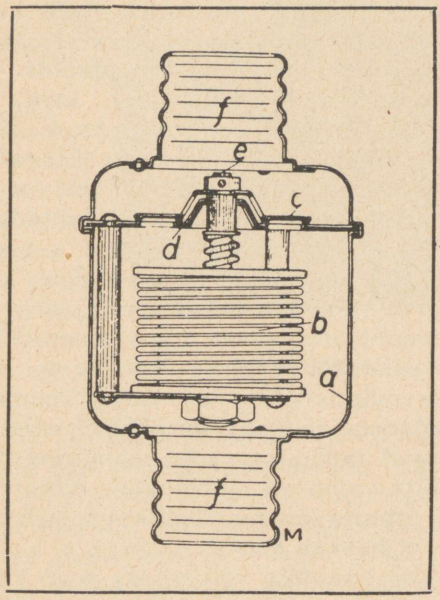
Tekib küsimus, kuidas saab auto kasutamisel igasuguseis ilmastikuoludes hoida mootori jahutusvee temperatuur pidevalt 80° ja 90° C vahel, et mootori töötamine toimuks kõige kasulikumais tingimusis. Talvel, näiteks 20° külmaga, välisõhk jahutab radiaatorit palju tugevamalt, muutes radiaatorist veesärki tagasivoolava vee palju külmemaks kui näiteks suvel 20°-se palavaga. Kuna radiaatori jahutuspind ja jahutusvee hulk on arvutatud sellise suurusega, et mootor jahutub 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 ainesest kattega. Seda abinõu kasutataksegi kõikjal.

Sõiduki armatuurlauale on paigutatud termomeeter, mis näitab jahutusvee temperatuuri veesärgis. Juht peab seda jälgima ja kui ta langeb madalamale, kui on soovitav, tuleb radiaator tarvilikul määral kinni katta. Et juht igakord 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 radiaatori ette ehitatud plekkribadest kate, mida juht võib

hoova abil juhiistmelt sõidu ajalgi lükata rohkem koomale või rohkem avada ja sel teel hoida jahutusvee temperatuur veesärgis parajana (joon. 252).

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



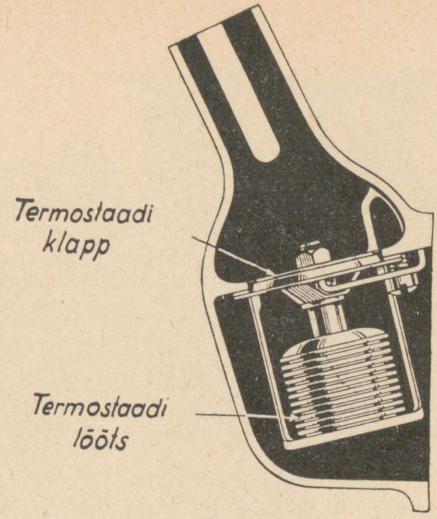
Joon. 253. Termostaat.

a) Kest.
b) Lõõts.
c) Klapp.
d) Klapipesa.
e) Reguleerimiskruvi.
f) Vee sisse- ja väljavoolu ava.

8. Termostaat.

Termostaat koosneb õhukesest õhukindlast vaskplekk-lõõtsast b (joon. 253), millesse on pandud mõnda kergesti aurustuvat vedelikku — harilikult eetrit. Lõõtsa külge on kinnistatud termostaadi klapp. Termostaat asetseb ülemises radiaatori ja mootoriploki vahelises ühendustorus selliselt, et mootori külma olles termostaadi klapp suleb vee ringvoolu (joon. 254, 255).

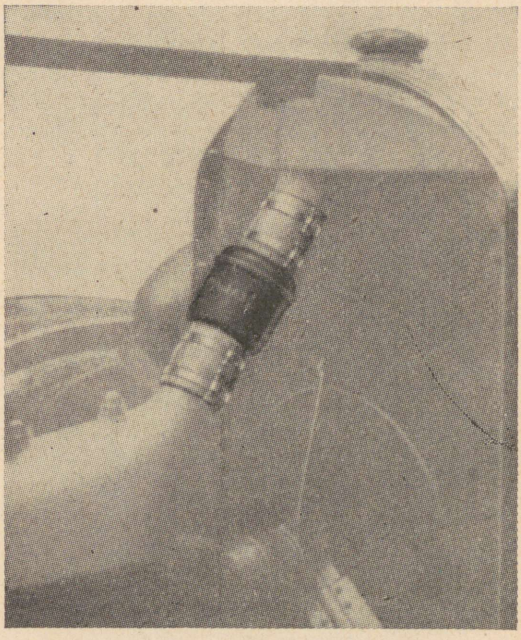
Kui mootor töötamisel saavutab kõige kasulikuma jahutusveetemperatuuri, aurub termostaadi lõõtsas eeter sedavõrd, et lõõtsas tekib eetriaurude rõhe. Eetriaurude rõhke mõjul termostaadi lõõts paisub ja avab termostaadi klapi, võimaldades jahutusvee ringvoolu. Termostaat on ehitatud selliselt, et ta võimaldab jahutusveel voolata ainult nii palju, et veetemperatuur



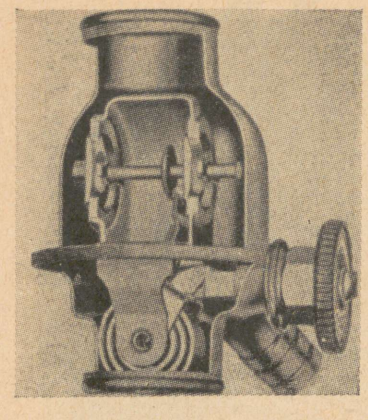
Joon. 254. Termostaat ülemises ühendustorus.

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 jahtunud vett rohkem ja jahutusvee temperatuur veesärgis alaneb. Kui jahutusvee temperatuur jahtub alla nõutava, kondenseeruvad termostaadi lõõtsas olevad eetriaurud osaliselt, mistõttu rõhe lõõtsas langeb, lõõts tõmbub kokku ning suleb termostaadi klapi või tõmbab ta koomale, takistades vee



Joon. 255. Termostaadi asukoht ülemises ühendustorus.



Joon. 256. Bimetallvedruga termostaat.

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. Reguleerimiskruvi e abil on termostaati võimalik reguleerida soovitava jahutusveetemperatuuri saavutamiseks.

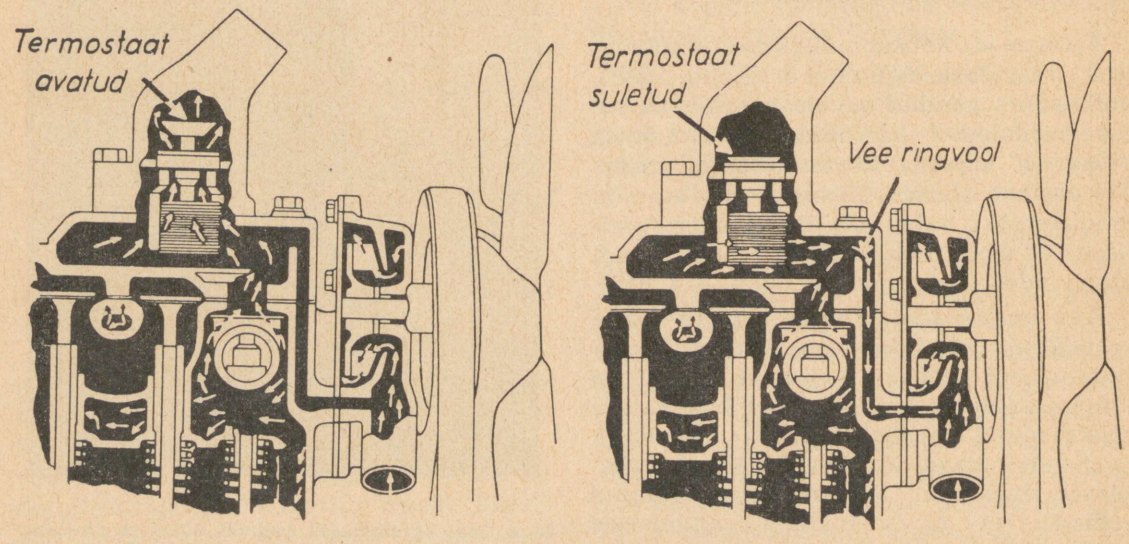
Termostaadi klappi on tehtud väike ava, mille kaudu õhk pääseb mootoriplokist välja, kui külma mootori radiaatorit täidetakse veega, termostaadi klapi olles kinni.

Et veesärgis ei tekiks veepumba töötamisest ülerõhet, kui termostaadi klapp on suletud mootori soojenemise perioodil, varustatakse moodsate mootorite veesärk rõhketasandustoruga. See ühendab veesärgi pumba imitoruga (joon. 257). Kui termostaadi klapp on suletud ja mootor töötab, võimaldab see toru veesärgis pumba surve all olevale jahutusveele pääsu pumba imitorru, kust see algab uuesti ringkäiku veesärki. Seega ei teki veesärgis ülerõhet ning vesi soojeneb veesärgis ühtlaselt.

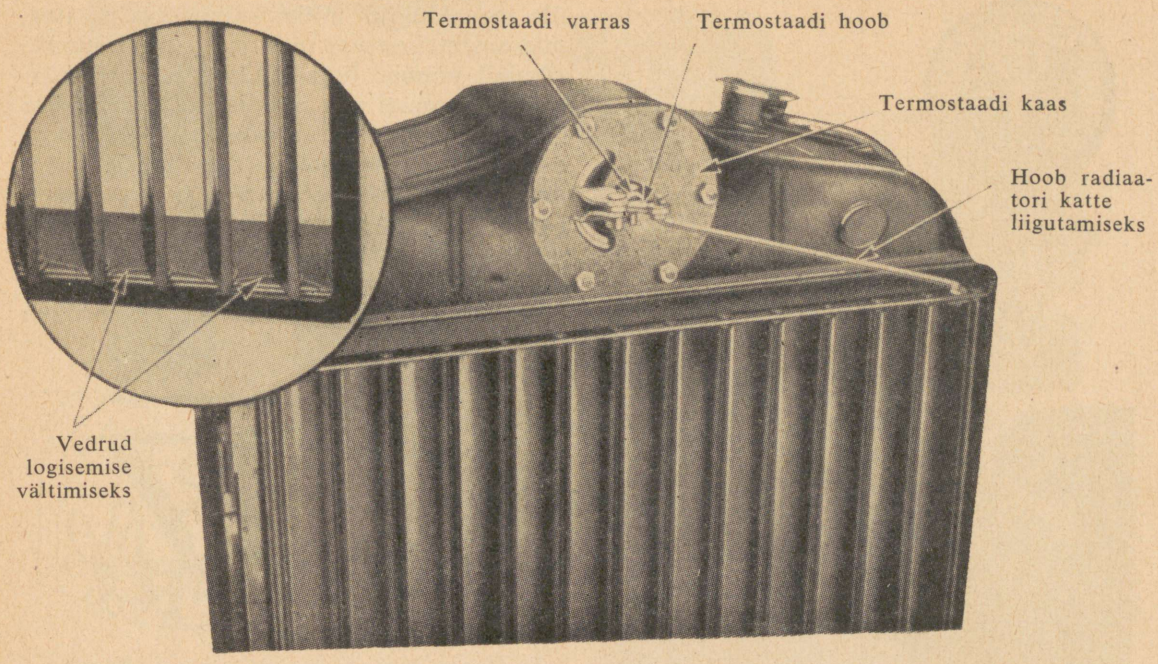
Termostaadiga varustatud mootoriga kogeme järgmist raskust. Kui käivitame termostaadiga varustatud mootori külma ilmaga ja alustame seejärel kohe autoga sõitmist, ilma et me ootaks ära mootori soojenemist, siis ventilaator imeb külma välisõhku läbi radiaatori, kuigi vesi jahutusseadmes on alles külm või mootori veesärgis vaid veidi soojenenud, kuid veel mitte sel määral, et termostaadi klapp oleks avanenud ja laseks sooja vett radiaatorisse; seega radiaatoris olev vesi on juba iseenesest külm. Nüüd võib juhtuda, et enne, kui jahutusvesi mootori veesärgis soojeneb seevõrd, et jahutusseadmes algab soojavee 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 radiaator kas täielikult või osaliselt kinni kaetama, kuni jahutusseadmes olev vesi on saavutanud normaalse töötamistemperatuuri.

Mainitud puuduse kõrvaldamiseks varustavad mõned autovabrikud oma auto-



Joon. 257. Rõhutasandus toru.

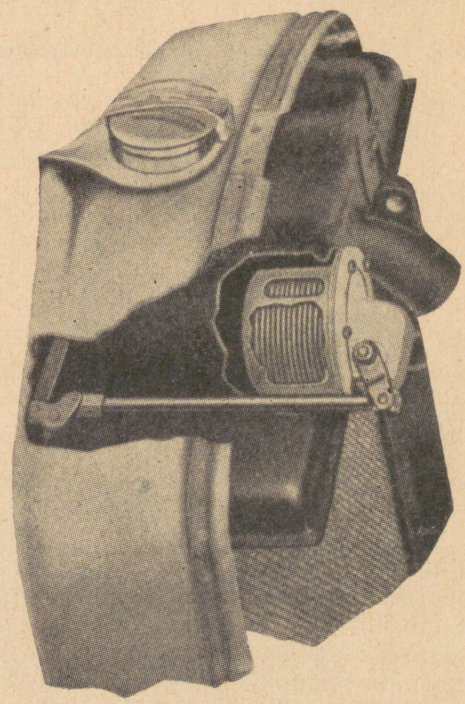


Joon. 258. Plekkribadest radiaatorikatte sulgemine termostaadi läbi.

mootorite jahutusseadme sellise termostaadiga, mis asetseb jahutusvees, kuid ei sulge jahutusvee ringvoolu temperatuuri reguleerimiseks, vaid sulgeb radiaatori ette ehitatud plekkribakestest katte õhu läbivooluse vähendamiseks (joon. 258, 259). 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.

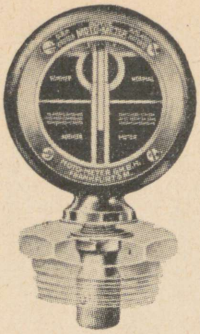
9. Jahutusvee temperatuurimõõtjad.

Vanemail sõidukeil asetati jahutusvee temperatuuri näitaja, nn. motomeeter, radiaatorisse vee-sissevalamisava korgile (joon. 260). Seal oli see sõiduteele vaataval juhil alati silmade ees. Motomeeter koosnes klaastorust, milles oli piiritus. Asetsedes radiaatori veesissevalamisava korgil, ei puutunud ta otseselt kokku jahutusveega, vaid ainult radiaatori kuumaveeanuma pealpool veepinda oleva auruga või sooja õhuga. Seega motomeeter näitas jahutusvee temperatuuri ainult kaudselt. Jahutusvee temperatuuri tõusmisel paisus klaastorus olev piiritus ning piiritussammas osutas numbrilaua jagamisjoonte järele, kas jahutusvee temperatuur on paras, madal või kõrge. Vastavalt motomeetri osutusele pidi juht reguleerima jahutusvee temperatuuri või kõrvaldama jahutusseadmes tekkinud rike.

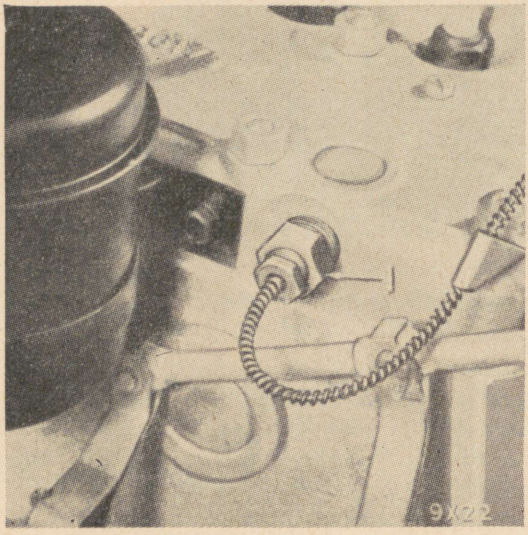


Joon. 259.

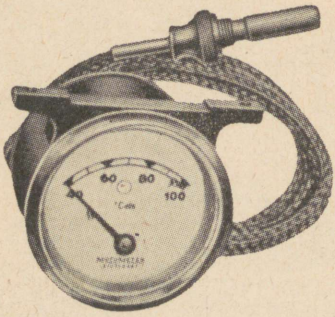
TARTU ÜLIKOOL



Joon. 260. Motomeeter.

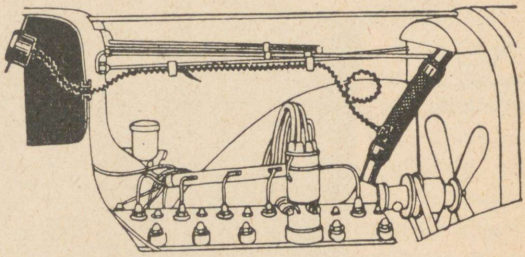


Joon. 261. Temperatuurimõõte-termoelemendi asukoht veesärgis.

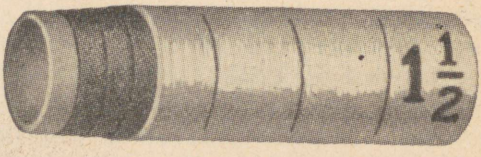


Joon. 262. Jahutusvee temperatuuri elektriline näitaja.

Moodsail autodel asetseb jahutusvee temperatuuri mõõtja armatuurlaual ja mõõdab jahutusvee temperatuuri otse veesärgis. Selleks paigutatakse veesärki toruke, millesse on pandud kergesti paisuvat vedelikku, tavaliselt piiritust. Veesärgis vee kuumenemisel piirituse paisumine antakse üle toru kaudu, milles samuti on piiritus, manomeetritaolisse mõõtjasse, mille numbrilaualt võime lugeda temperatuuri kõrgust. Enamasti aga nüüdisajal kasutatakse elektrilisi temperatuurimõõtjaid. See koosneb termoelemendist, mis asetatakse veesärki (joon. 261), ning armatuurlaual asetsevast osutiga numbrilauast. Termoelemendis tekkiva elektrivoolu pinge sõltub jahutusvee temperatuurist. Seda pinget näitab armatuurlaual oleva numbrilaua osuti kraadides.



Joon. 263. Jahutusvee temperatuuri elektrilise näitaja asetus mootoril.
Termoelement on pandud ülemisse ühendustorru. Seega näitaja näitab mootorist väljuva vee temperatuuri. Numbrilaud asetseb armatuurlaual ja on juhtme abil ühendatud termoelemendiga.

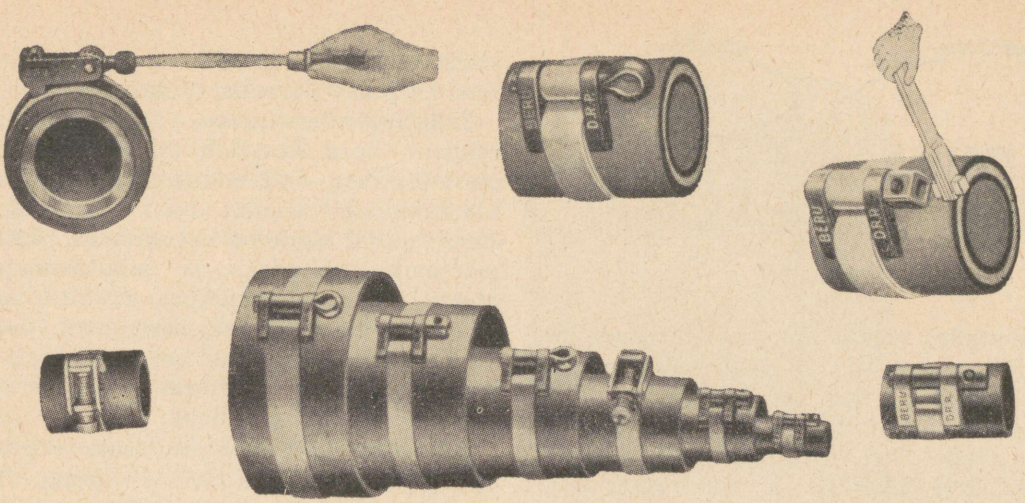


Joon. 264. Radiaatorilõdvik.

10. Ühendustorud.

Raami läbipainduvuse tõttu ei saa radiaatorit ühendada mootoriga kõvade torudega, mis kutsuks esile torude murdumisi, vaid selleks kasutatakse kummilõdvikut. Kuna ühendustorusid mööda voolab kuum vesi, kasutatakse nende lõdvikute valmistamiseks kõrgeväärtuslikku, kuumust taluvat kummit — need on nn. keevaveelõdvikud. Need lõdvikud koosnevad mitmekordsest riidekihist, mis on kaetud kummiga (joon. 264).

Lõdvikud kinnistatakse radiaatori ühendustoru ja mootoriploki kinnistusäärikute külge eriliste klambrite abil (joon. 265). Neid klambreid on hõlpus kasutada: tarviduse korral on neid võimalik kergesti vabastada ja uuesti kinnistada. Nad sobivad lõdvikute igasugustele läbimõõtudele.



Joon. 265. Mitmetüübilisi ühenduslõdviku kinnitusklambreid.

JAHUTUSSEADME KÄSITSEMINE.

1. Jahutusvesi.

Mootori jahutusseadmeis on soovitatav kasutada pehmet vett, s. o. vett, mis sisaldab vähe lubiolluseid. Kõige ideaalsem oleks kasutada destilleeritud vett; kuid tavaliselt seda ei tehta, kuna destilleeritud vesi on kallis. Headuse poolest järgnevaiks loetakse vihma- või lumevesi, keedetud vesi, järve- ja jõevesi. Kaevuvesi ja allikavesi on väga lubjarikas; öeldakse, vesi on kõva ehk kalke-kare. Lubjarikka vee kasutamisel mootori jahutusseadmes sadestuvad vee kuumenemisel vees olevad lubiollused veesärgi ja radiaatori seintele, tekitades sinna katlakivikihi.

Katlakivi, olles suureks soojaisolaatoriks, takistab kuumuse üleandmist silindri seinalt jahutusveele; seetõttu silindri sein kuumeneb liigselt ning mõjustab halvavalt mootori korralikku töötamist. Radiaatori sisemistele seintele sadestunud katlakivi takistab sooja üleandmist jahutusveelt välisõhule, mistõttu mootori jahutusvesi ei saa jahtuda tarvilikul määral — mootor kuumeneb üle. Seepärast tuleb jahutusseadmes kasutada ainult pehmet vett.

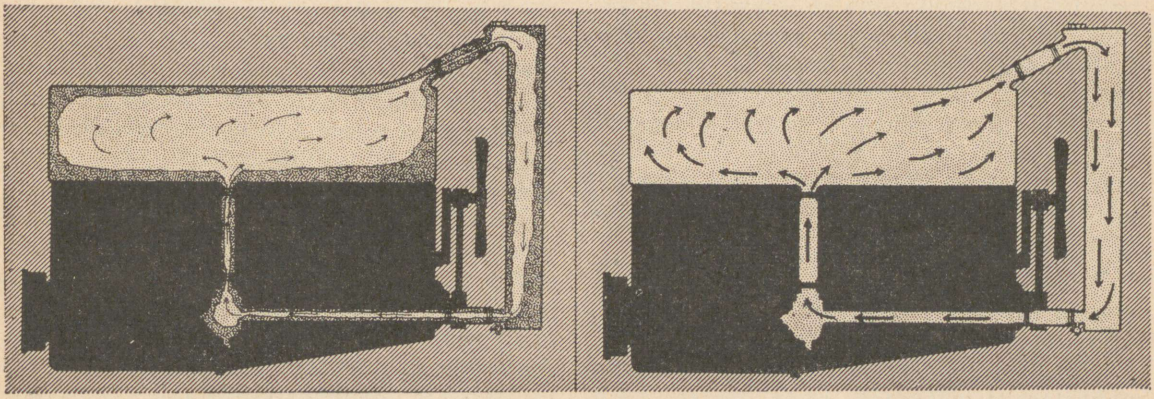
Vee kõvadust ehk kalkust mõõdetakse nn. saksa kraadides või kalkusekraadides. Vee kalkus *(kõvadus)* on üks kraad, kui 100 l vees leidub 1 gramm lubiolluseid.

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

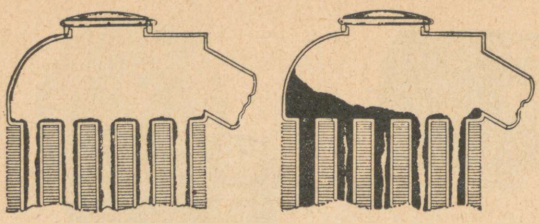
Pehmeks veeks loetakse vesi, kus leidub 0—10 g lubiolluseid 100 l vee kohta.

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

Kõvaks veeks loetakse vesi, kus leidub 15 või rohkem g lubiolluseid 100 l vee kohta.



Joon. 266. Ummistunud ja korras jahutusseade.



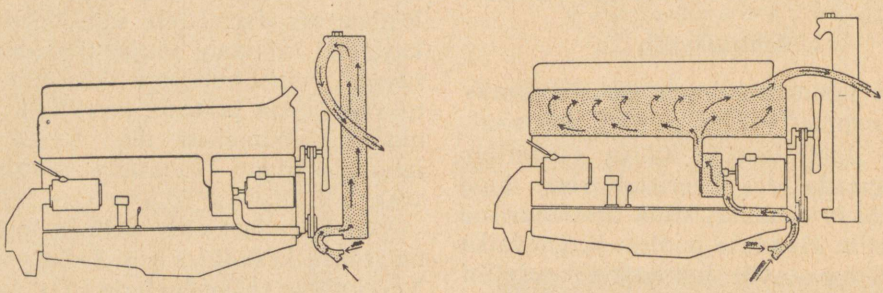
Joon. 267.

Kasutades vihma-, jõe- või järvevett on soovitatav vett filtrida enne jahutusseadmesse valamist, sest vees leidub alati igasuguseid kõrvalolluseid. Et umbkaudselt saada teada, kas vesi on pehme või kõva, pannakse käed vette ja hõõrutakse neid vastamisi nagu kätepesemiselgi. Kui vesi on pehme, tundub vesi käte hõõrumisel libedana. Teiseks tunnuseks on seebi hea vahutamine pehmes vees.

aastas. Sellega kindlustatakse jahutusseadme pidev korralik töötamine.

Jahutusseadet tuleks puhastada aastas esimene kord kevadel, kui jahutusseadmest lastakse välja sinna talveks pandud külmakindel vedelik; teist korda kesksuvel, millal sõidukit kasutatakse pidevalt pikemaiks sõitudeks ja jahutusseadmes olevat vett aurub 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 lastakse mootoril töötada tühikäigutiirudel umbes 15 minutit; siis kaetakse radiaator



Joon. 268. Radiaatori ja mootorploki läbiuhtumine suruveega.

2. Jahutusseadme puhastamine.

Moodsad suuretiirulised kõrge survemääraga mootorid vajavad pidevat jahutusseadme korralikku töötamist. Jahutusseadme korralik töötamine sõltub heast veeringvoolust jahutusseadmes. Jahutusseadmes toimub vee ringvool ainult siis korralikult, kui jahutusseade on puhas. Aja jooksul koguneb jahutusseadmesse, peamiselt radiaatorisse ja veesärki, katlakivi, millele lisanduvad veesärgi seintelt mahatulevad roosteterakesed ja vees leiduvad mustusekübemed. Need mitte ainult ei takista sooja juhtimist silindrite seintelt jahutusveele ja jahutusveelt välisõhku, vaid ummistavad radiaatori kärjestikku, takistades vee korralikku ringvoolu (joon. 266, 267).

Et jahutusseade saaks täita korralikult temale pandud ülesandeid, peab hoolitsetama, et jahutusseade oleks alati korras.

Autovabrikud nõuavad jahutusseadme puhastamist vähemalt kord aastas, kuid soovitavad seda teha isegi kolm korda

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 järele vee väljalaskekraanid avatakse ja lastakse soodalahus jahutusseadmest välja.

Peale soodalahuse väljalaskmist loputatakse jahutusseade hästi üle, täites seda 2—3 korda puhta veega ning lastes seejärele 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 uhta suruveega pärast soodalahusega keetmist. Selleks vabastatakse ülemine ja alumine radiaatori ja mootoriploki vaheline ühenduslõdvik ja juhitakse radiaatorist ja mootoriplokist, kummastki eraldi, suruvett läbi, vastupidises suunas tavalisele vee

ringvoolule (joon. 268). Sellega uhutakse kõik mustus jahutusseadmest välja. Pärast ühenduslõdvikute tagasiühendamist võib jahutusseade täita uue veega.

Soodalahuse kasutamisega peab olema ettevaatlik, et seda ei satuks sõiduki värvitud osadele, sest sooda kui leelis rikub värvi.

Jahutusseadme puhastamiseks ei tohi kasutada happeid, sest need mõjustavad sööbivalt radiaatorit, mis on eriti õrn, kuna see on valmistatud õhukesest vaskplekist.

Peale sooda võib kasutada ka müügil olevaid patenteeritud vahendeid jahutusseadme puhastamiseks.

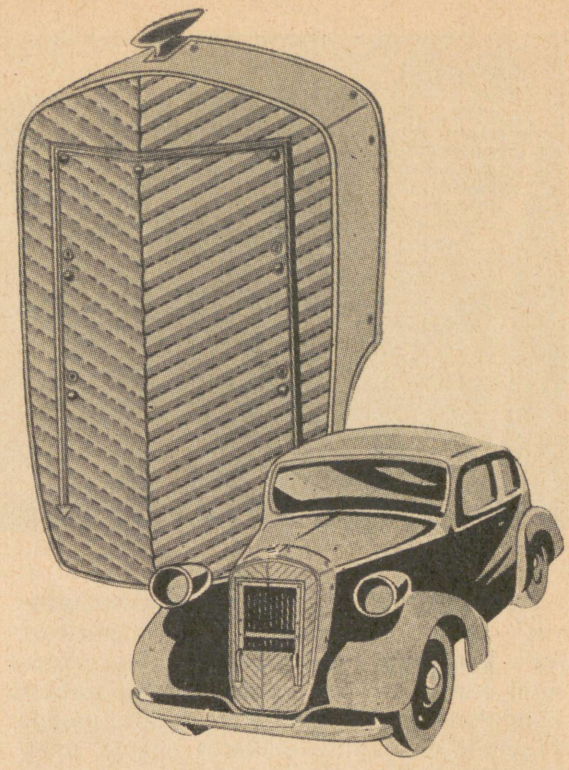
3. Jahutamine külmal ajal.

Mootori jahutusseadmele peab pühendatama 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 jäästumisel vee maht suureneb 20% võrra, tekib oht, et jahutusseadmes jäästuv vesi oma mahu suurenemisega purustab veesärgi ja radiaatori. Seepärast on tarvilik sõiduki lühemaks ajaks seismajätmisel (1—2 tundi) katta radiaator selleks valmistatud kattega (joon. 269). Need katted tehakse kunstnahast ning vooderdatakse seestpoolt paksu villase riidega või õhukese vildiga. Viimasel ajal kasutatakse ka radiaatorikatteid, mis valmistatakse õhukesest tuulekindlast riidest (joon. 270). Radiaatorikate evib klappi, mida saab avada tarviduse kohaselt kas osaliselt või täielikult.

Jättes sõiduki seisma kauemaks kui mõneks tunniks, tuleb vesi jahutusseadmest välja lasta. Selleks on radiaatori külmaveeanumal, veesärgil või alumisel ühendustorul ette nähtud veeväljalaskekraan. Mõne mootori jahutusseadmel on kaks või enam vee väljalaskekraani — näiteks üks veesärgil, teine radiaatoril. Juhul, kui veepump asetseb alumises ühenduslõdvikus, on veepumba kesta alumises osas samuti veekraan, et lasta vesi välja veepumba alumisest poolest; vastasel korral võib vesi jäästuda pumbasse ja siis mootori käivitamisel purustatakse veepumba tiivikratta tiivad.

Kui aga ei taheta sõiduki igakordsel seismajätmisel vett jahutusseadmest välja



Joon. 269. Radiaatori kate.

lasta või kui sõiduki alaline sõiduvalmisus on tarvilik, võib jahutusvee asemel kasutada mõnda külmakindlat vedelikku. Siis pole karta jahutusseadme külmumist talviste külmade ilmadega.

Külmakindlate vedelikena võib kasutada:

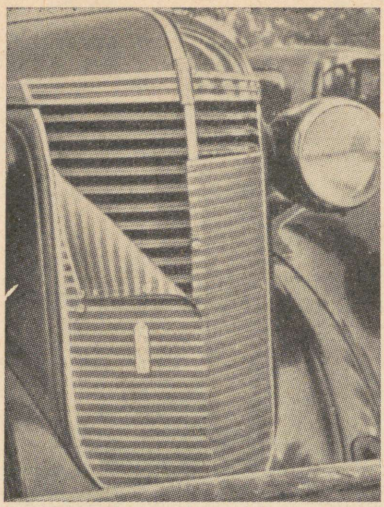
1) vee ja piirituse segu,
2) vee ja glütseriini segu,
3) vee, piirituse ja glütseriini segu,
4) vett, millesse on segatud kloorkaltsiumi või
5) vett, millese on segatud patenteeritud vahendeid.

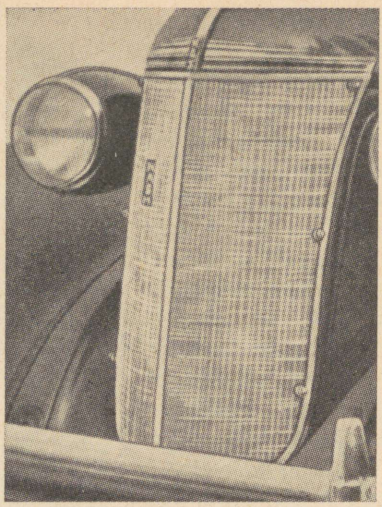
Vee ja piirituse segu.

Külmakindla vedeliku saamiseks piirituse ja vee segamisel kasutatakse odavuse mõttes denatureeritud või puidupiiritust. Puidupiirituse segamine veega annab veidi madalama külmumispunktiga segu kui denatureeritud piiritus. Tarviliku segu saamiseks võib valida piirituse- ja veehulga vahekorra alljärgnevast tabelist:

Tabel.

10%	piiritust	+ 90%	vett	kannatab	külma	— 5° C
20%	„	+ 80%	„	„	„	— 10° C
30%	„	+ 70%	„	„	„	— 20° C
40%	„	+ 60%	„	„	„	— 30° C
50%	„	+ 50%	„	„	„	— 35° C





Joon. 270. Õhukesest tuulekindlast riidest radiaatorikate.

Mootori töötamisel aurab ära soojenevast vee ja piirituse segust piiritust kui kergemini aurustuvat ainet kiiremini kui vett, mis muudab segu vähem külmakindlaks. Seepärast peab jahutussegu vähenemisel jahutusseadmes segule piiritust juurde lisatama.

Mootori osadele ja kummist ühenduslõdvikuile 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. Glütseriini ei aurustu segu soojenemisel jahutusseadmes, vaid aurustub ainult vett. Seepärast peab vee ja glütseriini segu kahanemisel jahutusseadmesse lisatama juurde ainult vett.

Glütseriini ja vett võib kasutada järgmises vahekorras:

Tabel.

30%	glütseriini	+ 70%	vett	kannatab külma	— 10° C
40%	„	+ 60%	„	„ „	— 20° C
50%	„	+ 50%	„	„ „	— 30° C
55%	„	+ 45%	„	„ „	— 35° C

Glütseriin ja vesi peab põhjalikult läbi segatama enne valamist jahutusseadmesse. 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 ühenduslõdvikuile, 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:					kannatab külma:
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:			kannatab külma:
10%	+ 90%	vett	— 5° C
20%	+ 80%	„	— 10° C
25%	+ 75%	„	— 30° C
28%	+ 72%	„	— 40° C

Kloorkaltsiumi % võetakse küllastatud lahusena mahuliselt.

Vee aurumisel kloorkaltsium sadestub lahusest ja katab radiaatori kärjestiku seinad, takistades lahuse korralikku ringvoolu. Selle vältimiseks tuleb kloorkaltsiumi lahusele alati vett juurde lisada, kui lahus on kahanenud aurumise tagajärjel.

Kloorkaltsium sisaldab vähesel määral hapet. Kuna hape mõjub sööbivalt mootori ja radiaatori metallosadele, siis kõrvaldatakse kloorkaltsiumi lahuse sööbiv mõju mõne leelise, näit. sooda, salmiaagi vmm. lisandamisega. Leelist tuleb segusse lisandada niipalju, kuni sinine lakmuspaber segusse kastmisel ei värvu enam punaseks.

Patenteeritud vahendid.

Müügil on terve rida patenteeritud külmakindluse vahendeid kas pulbritena või vedelikena. Nende kasutamisega peab oldama ettevaatlik, sest need on tihti kahjulikud ning mõjuvad sööbivalt jahutusseadmele. Seepärast on soovitatav kasutada ainult tuntud vabrikute poolt valmistatavaid patenteeritud külmakindluse vahendeid.

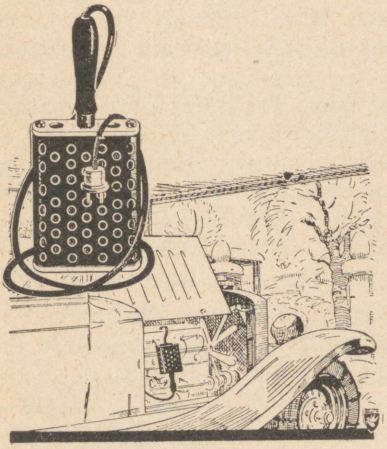
Soojendusahjud.

Sõiduki seismajätmisel külmaga võib kasutada müügilolevaid soojendusahje. Need soojendusahjud asetatakse mootori katte alla (joon. 271), kus nad annavad küllaldast soojust jahutusvee külmumise vältimiseks. Soojendusahjude kütmiseks kasutatakse kas petrooleumi, bensiini või elektrit. Kuna need ahjud on eriliselt valmistatud, pole vaja karta tulikahju tekkimist, küll aga võib elektrivoolu juhuslikul katkemisel või ahju kustumisel külmuda jahutusseadmes olev vesi.

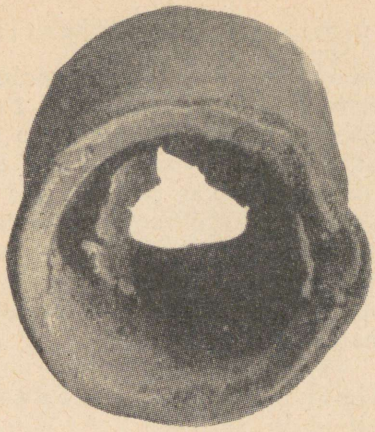
JAHUTUSSEADME RIKKEID.

Rikked jahutusseadmes võivad olla tingitud:

1) puudulikust veeringvoolust,
2) puudulikust õhuvoolust,



Joon. 271. Elekterküte.



Joon. 272. Radiaatori lõdvik on seestpoolt tursunud.

3) jahutusseadme mehaanilisest seisukorrast,
4) jahutusseadmest mitteolenevaist põhjusist.

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 kõrvaldamist vajava soojahulgaga, seepärast suudab jahutusseade ainult siis jahutada mootorit tarvilikul määral, kui jahutusseade on korras. Väiksemgi kõrvalekaldumine jahutusseadme korralikus tegevuses rikub tasakaalu radiaatori jahutamisvõime ja mootorist kõrvaldamisele kuuluva soojahulga vahel, mis väljendub mootori ülekuumenemises. Asume jahutusseadme rikete lähemale vaatlusele:

1. Puudulikku 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 ära hoida, siis vähemalt muuta nad harva esinevaiks.

Ummistunud kärjestik.

Radiaatorikärjestiku veeläbivoolutorude 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 radiaatorikärjestiku torudes voolaval veel pääseda tagasi mootori veesärki läbi alumise ühendustoru.

Ummistunud ühendustorud.

Radiaatori ühendustorud ummistuvad pikaajalisel kasutamisel. Hoolimata sellest et ühendustorude lõdvikud on valmistatud kuuma vett taluvast kummist, juhtub, et nad seestpoolt tursuvad (joon. 272), kuigi välispidiselt pole midagi märgata. Lõdviku tursunud koht on väiksema läbilõikega kui tarvilik, mistõttu vee ringvool läbi lõdviku on takistatud. Soovitatav on uuendada radiaatori ühendustorude lõdvikud mootori igakordsel korrastamisel, kui lõdvikuis 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 vee ringvoolu. Kui pumba ajamisülekanne pole täiesti korras *(näit. ventilaatori rihm pole korralikult pingul)*, ei tiiru tiivikratas tarvilikul määral. Väiksemail tiirudel aga pump ei suuda tekitada küllaldast survet vee korralikuks ringvooluks.

Rikkis termostaat.

Kui termostaadi klapp ei avane ettenähtud jahutusvee-temperatuuril, 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 mulgukese või murde näol. Siit eetriaurud pääsevad lõõtsa soojenemisel välja, mistõttu lõõtsas ei saa tekkida vajalikku rõhet termostaadi klapi avamiseks.

Pole soovitatav 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 veeläbivoolu-avad veesärgis.

Enamasti põhjustavad puudulikku jahutusvee ringvoolu mootori veesärgis ummistunud veeläbivooluavad. Veesärgi veeläbivooluavad ummistuvad katlakivist, mis sadestub avade servadele. Veesärgi ummistunud veeläbivooluavad ei suuda vett tarvilisel määral läbi lasta, mis põhjustab mootori ülekuumenemist. Katlakivi puhastus eespoolkirjeldatud 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 roostetekkimine on tugevam. Roostetekkimise 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 kuumust jahutusveelt üle anda välisõhule.

Tihti satuvad auto sõidul 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.

Radiaatori katet 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.

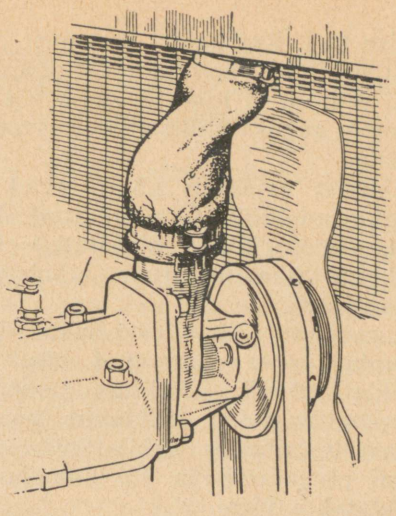
3. Jahutusseadme mehaanilisi rikkeid.

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) ühenduslõdvikuis,
4) veepumbas.



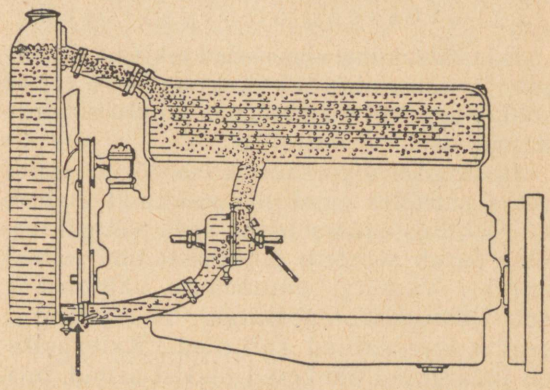
Joon. 273. Lekkimine ühenduslõdviku halva kinnistuse tõttu. Keerdus ühenduslõdvik takistab vee ringvoolu.

Soojal suvisel ajal ei anna lekkimine jahutusseadmes end kuigi palju tunda, 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),* sest vee juurdelisamisel väheneb külmakindla vedeliku külmataluvus.

Radiaator on jahutusseadme kõige õrnem osa, sest ta koosneb hulkadest õhukestest torudest, mis on ühendatud omavahel kui ka kuuma- ja külmaveeanumaga tinaga



Joon. 274. Õhu sattumine jahutusseadesse.

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 kinnistusäärikute lahtiolek.

Kui radiaatori ühenduslõdvikute kinnistusklambrid pole tõmmatud hästi kinni, võimaldab lõdvik lekkimist (joon. 273).

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 imipoolel, s. o. radiaatori alumises osas ja ühendustorus kuni veepumbani, pumba töötamise tõttu rõhe allpool välisõhu rõhet või teiste sõnadega — jahutusseadme selles osas on hõrendus *(vaakuum)*, sest pump i m e b vett jahutusseadme sellest osast ning s u r u b selle läbi veesärgi ja ülemise ühendustoru radiaatorisse.

Kui mootori seisu ajal lekkimine on selles jahutusseadme osas, milles mootori töötamisel on hõrendus, siis pääseb sealt kaudu mootori töötamisel kindlasti ka õhku jahutusseadmesse (joon. 274).

Õhu sattumine jahutusseadmesse põhjustab veesärgi tugevamat roostetamist, sest rooste saab tekkida ainult siis, kui malmveesärk puutub kokku õhus oleva hapnikuga.

Seega on tähtis lekkimine jahutusseadmes kõrvaldada mitte ainult veekao pärast, vaid veesärki õhu sissepääsemise takistamiseks, mis kutsuks seal esile roostetamist.

J a h u t u s s e a d m e v i g a s t u s e d.

Jahutusseadme vigastused tekivad peamiselt õnnetusjuhtudel, kokkupõrkeil teiste sõidukitega või esemetega ja jahutusseadme külmumisel.

Jäätumisel algmahust 20% võrra suuremaks paisudes vajab jää suuremat mahtu, 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 ümargused õhukesed plekist seibid, mis on asetatud veetihedalt selleks veesärgi välisseintes ettenähtud avadesse (joon. 275). 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 katlakivi kihiga, 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 tiirutatakse mootori väntvõlli käivitusvända või käiviti abil, siis murduvad veepumba tiivikratta tiivad, sest veepumbas olev jää ei võimalda tiivikratta tiibade liikumist.

Mootoreil, mil veepump asetseb alumise ühendustoru vahel, koguneb jahutusseadmes kondenseeruvat auru veepumba alumisse poolde, kuigi vesi on jahutusseadmest juba välja lastud. Kui see veehulk ei saa pumbast välja voolata, külmub see seal ära ja põhjustab tiivikratta tiibade murdumise mootori käivitamisel. Seepärast on soovitatav mootori seismajätmisel, kui jahutusvesi on jahutusseadmest välja lastud, lasta mootoril töötada umbes 1 minut. Siis aurub jahutusvesi lõplikult mootoriploki soojenemise tõttu. Igaks juhuks tuleb veeväljalaskekraanid 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 ventilaatori tiivad võivad sattuda vastu radiaatori kärjestikku, vigastades seda.

Harva põhjustab sööbimus radiaatori lekkimist. Peamiselt aga vibreerimine ja

põrumine ning radiaatori väänamine raami paindumisel sõidul konarlikel teedel.

Lekkimine tekib radiaatori kõige õrnemas kohas — tinaga kokkujootekohas. Mitmete lekkimiskohtade ilmnemisel radiaatoris on soovitatav kontrollida radiaatori kinnistust raami külge, kas see kinnistus võimaldab raami küllaldast paindumist ilma radiaatorit mõjutamata.

Liiga sagedane jahutusseadme puhastamine ülemäära kange sooda- või puhastusvahendite lahusega põhjustab radiaatori vaskkärjestiku sööbimist. Sellise sööbimise tunnuseks on ümarguste augukeste tekkimine radiaatori kärjestikus või kuuma- või külmaveeanumas.

Liiga kange puhastusvahend mõjub sööbivalt ka mootori alumiiniumist plokikaanele.

Augukesed kärjestikus võivad tekkida ka radiaatorite valmistamisel materjali ülevenitatud kohtades, kärgede ja lamedate ühendustorude nurkades.

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, muud võõrained.

1. Katlakivi.

Katlakivi tekkimist jahutusseadmes, selle tagajärgi ja katlakivi kõrvaldamist jahutusseadmest puudutasime eespool. Siin olgu veel täienduseks öeldud: See katlakivi hulk, mis tekib mootori jahutusseadme ühest täitest, ei kutsu iialgi 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 viibimata, 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 sooja ülekandumist jahutusveelt välisõhule.

2. Õli jahutusseadmes.

Õli võib jahutusseadmesse sattuda kas mootoriploki kaanetihendi läbilaskmise tagajärjel otseselt silindreist või veepumba laagrite kaudu. Jahutusseadmesse sattunud õli katab õhukese õlikihiga kogu jahutusseadme seinad. Kuna õli on niisama halb soojajuht kui katlakivigi, takistab ta samuti liigse sooja juhtimist silindriseintelt jahutusveele ning jahutusveelt radiaatori seinte kaudu välisõhule.

Pealeselle õli põhjustab kokkupuutumisel ühendustorude kummilõdvikutega, roosteterakestega ja vees leiduvate mustusekübemetega kleepuva sadestise — lämu e. 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 põlemisjääkide *(töötanud gaaside)* sattumist töötaktil silindreist jahutusveesärki, võib see põhjustada rooste kiirendatud tekkimist veesärgis. Rooste tekkimise ulatus veesärgis sõltub silindreist jahutusseadmesse pääsevate põlemisjääkide ja põletises leiduva väävli hulgast. Põletises leiduva väävli põlemisel tekib väävlishapend, gaas, mis on muidu ohutu, kuid veega kokkupuutumisel tekitab väävelhapet. Väävelhape aga mõjub sööbivalt mootoriplokile.

Kas plokikaane tihend laseb läbi või mitte, näeme töösoojal mootoril, kui avada radiaatori veesissevalamisava kork ning jälgida, kas jahutusveest tuleb õhumulle, kui pööreldada käivitusvända abil mootori väntvõlli. Kui jahutusveest tuleb õhumulle, siis see tähendab, et surutakti ajal pääseb silindris kokkusurutavat põlevsegu jahutusseadmesse. Samuti pääseb põlemisjääke siis mootori töötamisel ka jahutusseadmesse.

4. Võõresemed jahutusseadmes.

Peale juhuslikult jahutusseadmesse sattuda võivate võõresemete võiks mainida veel liiva ning mustusekübemeid sissevala-

tavas 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 õhuvastuvooluse puudumisel ventilaator üksi ei suuda tekitada niivõrd tugevat õhuvoolust, et see suudaks tarvilikul määral jahutada radiaatorisse tulevat kuuma vett. Seetõttu hakkab vesi jahutusseadmes keema.

2. Liiga hiline süüde.

Kui põlevsegu süüdatakse elektrisädeme poolt silindris liiga hilja, toimub põlemine kolviteekonna suurel osal. See võimaldab põlevail gaasidel puutuda kokku silindrite seintega pikemat aega ja suuremal ulatusel, mistõttu silindrite seinad kuumenevad pikalt. Kuna jahutusseade on määratud korralikult töötava mootori silindrite seinte jahutamiseks, ei suuda see hilise süüte tõttu kuumenevate silindriseinte poolt väljaantavat soojahulka välisõhule üle anda ning mootor kuumeneb üle.

3. Rikas või lahja põlevsegu.

Kui mootorisse imetav põlevsegu pole õige koostisega, s. o. mootorisse imetav õhk sisaldab kas liiga palju või liiga vähe põletist sisseimetud õhuhulga kohta, siis segu ei põle mootoris küllalt kiirelt. Põlevsegu aeglasel põlemisel puutuvad põlevad gaasid kolviteekonna liiga pikal osal kokku silindrite seintega, mistõttu seinad kuumenevad liiga pikalt. 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 silindri seina vahelt välja, jättes silindris kiiresti edasi-tagasiliikuva kolvi kuivaks. Sellest tekkinud suurendatud hõõrdumine kolvi ja silindri seina vahel põhjustab mootori ülekuumenemist. Seda põhjustab ka puudulik õlitamine.

JAHUTUSSEADME KORRASHOID.

1. Veepuudus jahutusseadmes.

Vee kahanemine jahutusseadmes on tingitud jahutusseadme lekkimisest, vee aurumisest või veeväljalaskekraani juhuslikust avanemisest sõiduki põrumisel.

Veetaseme alanemine jahutusseadmes takistab vee korralikku ringvoolu. Kui termosüfoonilises jahutusseadmes veetase langeb niivõrd, et veepind ülal katkeb (joon. 207), 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 vee ringvool jätkuda pumba survel ka siis, kui vesi on kahanenud, kuid loomulikult ringvool on siis puudulik ning põhjustab mootori jahutuse puudulikkust.

Seepärast peab alati hoolitsetama selle eest, et jahutusseade oleks veega täidetud tarvilikul määral. Soovitatav on veetaset jahutusseadmes kontrollida enne garaažist väljasõitmist. Samuti tuleb pikemail sõitudel vett vahetevahel kontrollida.

2. Ettevaatust vee sissevalamisega!

Kui vesi jahutusseadmes on hakanud keema veepuuduse tagajärjel ning mootoriplokk on seetõttu ülekuumenenud, ei tohi jahutusseadet kunagi kohe täita külma veega. Külm vesi, sättudes 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 tiirudel.

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 tempe-

ratuuri. 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.

Otstarbekohane on külma ilmaga valada mootorisse enne käivitamist sooja vett (30°—40°). Nii pole vaja karta mootoriploki pragunemist ega sissevalatava vee jäätumist, ja soojenenud mootorit on kerge käivitada.

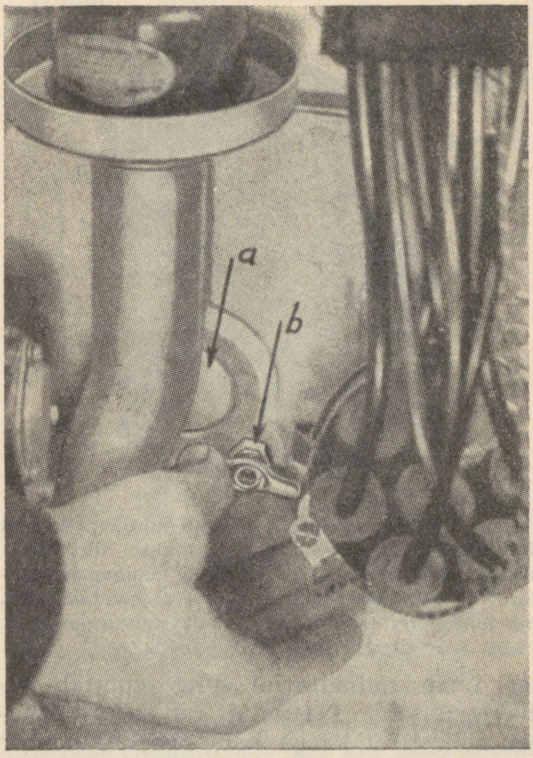
Juhul, kui sooja vett pole käepärast, võib külm mootor käivitada vett jahutusseadmesse valamata, lasta mootoril mõned minutid töötada, et ta veidi soojeneks *(mootoril ei tohi lasta töötada ilma veeta liiga kaua, sest mootor võib seetõttu üle kuumeneda)*, ja alles siis valada vesi jahutusseadmesse. Nii pole vaja karta vee jäätumist külmas mootoriplokis ega radiaatoris.

Kuid seda viisi ei saa soovitada, sest mootori töötamisel veeta kuumenevad silindri seinad põlemisruumi osas kiiresti; samal ajal aga mootor jääb muus osas külmaks. See tekitab mootoriplokis pingeid, mis võib kutsuda esile mootoriploki pragunemistki.

Vee valamisel jahutusseadmesse võib juhtuda, et veesärki jääb 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.

3. Vee väljalaskmisel avada kõik kraanid.

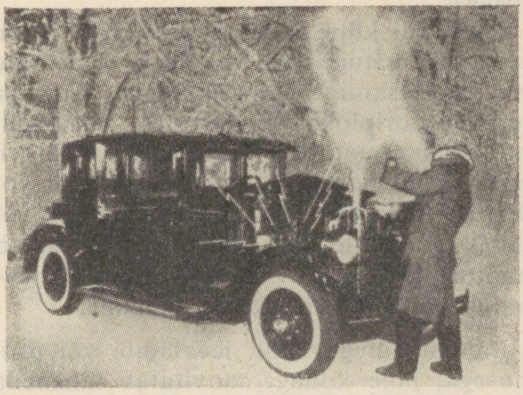
Sõiduki seismajätmisel ööseks külma garaaži või pikemaks ajaks välja tuleb jahutusseadmest kõik vesi välja lasta. Kui jahutusseadmel on mitu veeväljalaskekraani, tuleb avada kõik kraanid. Mootoril võib leiduda kuni 4 veekraani. Need asetsevad jahutusseadme kõige madalamais kohtades. Kui ei avata kõiki kraane, võib kinnijäänud kraani juures olevasse jahutusseadme ossa vesi jäätuda ning vigastada jahutusseadet.



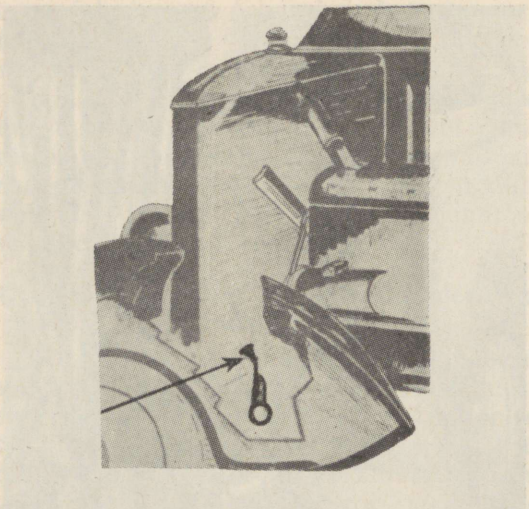
Joon. 275.
a) Kaitseseib mootoriploki lõhkemise vältimiseks külmumisel.
b) Veekraan vee väljalaskmiseks veesärgist.

4. Mis teha, kui vesi radiaatoris on jäätunud.

Juhul, kui vesi radiaatoris on jäätunud, hakkab veesärgis olev vesi keema. Sõiduk tuleb viivitamata peatada, mootor seisma jätta ja radiaator kinni katta tekiga, kasukaga või mõne muu kattega. Mootori



Joon. 276. Kui vesi keeb — mitte avada radiaatori korki, sest keeva vett võib pritsuda kehale.



Joon. 277. Aparaat, mis hoiatab juhti vee keema hakkamisest. See aparaat kinnitatakse ülejooksutoru alumise otsa külge. Kui vesi kuumeneb sedavõrd, et hakkab keema, tekitab see aparaat häält, mis juhib juhi tähelepanu rikkele jahutusseadmes.

soe 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 ühenduslõdvikut näeme, et see on kuum, kuna alumine on külm.

Parem on muidugi viia sõiduk sel juhul lähimasse sooja ruumi või garaaži.

Igakord 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 sooja 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 mootoriploki kaanepoltide kiire vabastamine või alumise ühenduslõdviku vabastamine või hädakorral selle läbilõikamine. See annab mootoriplokis jäätuvale veele paisumisvõimalusi ja mootoriplokk ei pragune.

Lahtise tulega, näit. leeklambi või priimusega, pole kunagi soovitatav 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.

5. 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 hõlpus 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 uhta.

Alaline hoolitsemine radiaatori välise puhtuse eest hoiab ära nii mõnegi edaspidise viperuse jahutusseadmes.

6. Radiaatori parandamine.

Kui radiaator sõidul hakkab lekkima väikese augukese tekkimisel kärjestikus, on võimalik lekkimist ajutiselt kõrvaldada, kattes auguke isoleerpaelaga kinni. Hädakorral 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 tinutada.

Radiaatori lekkimise kõrvaldamiseks on müügil nn. „radiaatoritsement". 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.

Pealeselle on müügil pulbrina metallitsementi, millest valmistatakse veega segamise teel pulbritaoline mass ja kaetakse sellega lekkimiskohad väljastpoolt.

7. Jahutusseadme roostekaitsest.

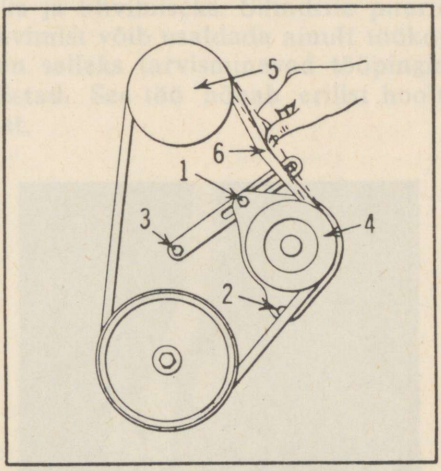
Paljud autovabrikud soovitavad jahutusseadme roostetamise vältimiseks kasutada müügilolevaid roostekaitse-vahendeid. Roostekaitse-vahendit tuleb panna uue sõiduki jahutusseadmesse enne sõiduki tööle rakendamist ja tarvitatud sõidukite jahutusseadmeisse alles peale jahutusseadme põhjalikku puhastamist. 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 patenteeritud külmumiskindlad vedelikud sisaldavad ühtlasi ka roostekaitse-vahendit.

8. Ventilaatoririhma pingutamine.

Suurema osa praegusaja mootorite ventilaatoririhma saab pingutada dünamo nihutamisega. Sama rihm, mis ajab ventilaatorit, ajab ka dünamot, saades liikumist väntvõllilt.

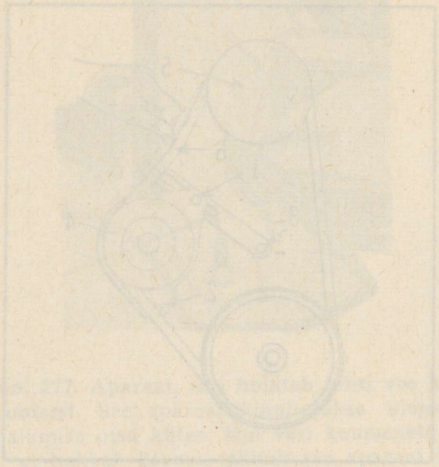
Dünamo edasinihutamisega saab rihma pingutada. Ei ole soovitatav pingutada rihma liiga tugevasti, siis see hakkab mootori töötamisel uluma ning kulub asjatult.



Joon. 278. Ventilaatoririhma pingutamise määr.

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 õigesti pingutatud, kui ta võimaldab 1 cm võrra läbisurumist, nagu joon. 278 on näidatud.

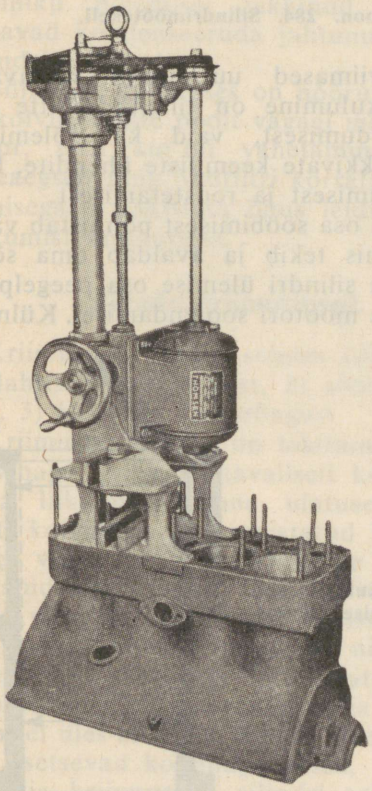


Mootorite rikkeid ja korrastamine.

Silindrite korrastamine.

Valatud mootoriploki silindrid on väiksema läbimõõduga kui valmissilindrid. Sellise silindrite-ploki silindrid puuritakse üle erilistel pinkidel ja siis lihvitakse, mille läbi nad saavad peegelsileda pinna ning täiesti silindrilise, ülalt kuni alla täpselt ühesuguse läbimõõdu.

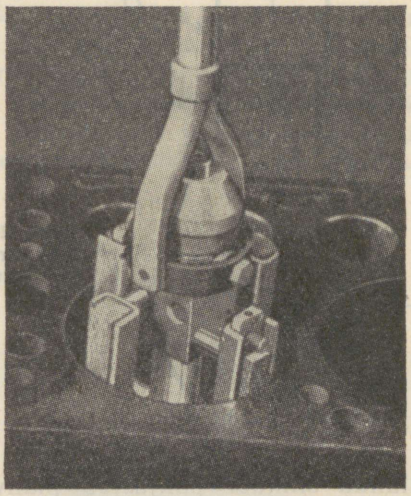
Mootori töötamisel suure kiirusega edasitagasiliikuv kolb kulutab silindrit. See kulutamine on kiirem, kui auto liigub tolmustel teedel, sest mootorisse koos õhuga imetav tolm, sattudes silindri seina



Joon. 279. Silindrite puurimine.

ja kolvi vahele, põhjustab kiiremat kulumist. Tolmu pääsemise takistamiseks silindrisse on moodsad automootorid varustatud õhupuhastajatega.

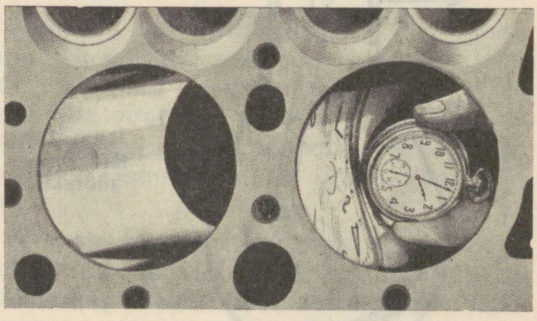
Silindri normaalseks kulumiseks loetakse, kui ta kulub 50.000—60.000 km kohta 0,35 mm. Kui silinder on saanud nii suure kulumuse, muutub põletis- ning õlikulu suureks ja edaspidine silindri kulumine tõuseb väga kiiresti. Seepärast on soovitatav lasta silindrid kohe korrastada, kui nende läbimõõt on kulunud algmõõdust 0,35 mm võrra suuremaks. Seda korrastamistööd nimetatakse silindrite puurimiseks ja lihvimiseks. Silindrite puurimist ja lihvimist võib usaldada ainult töökojale, kel on selleks tarvisminevad tööpingid ja tööriistad. See töö nõuab erilist hoolt ja oskust.



Joon. 280. Silindrite lihvimine.

Joonistel 279 ja 280 näeme silindripuurimispinki ja silindrilihvimisaparaati.

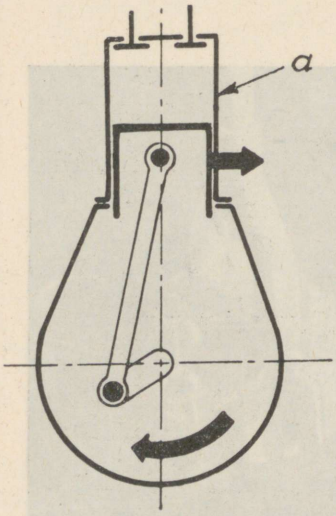
Jälgides silindri kulumist näeme, et silinder kulub rohkem neist külgedest, mis on ristloodis väntvõllile. See muudab silindri selles suunas ovaalseks. Sellist kulumist põhjustab kolvi külgsurve — surutaktil vastu külge a (joon. 282) ja töötaktil vastu külge b (joon. 283). Kuna töötaktil külgsurve on 3 kuni 5 korda suurem kui surutaktil, on kuluvus küljel b palju suurem. Nagu eespool on mainitud, vähen-



Joon. 281. Silindri peegelpind.

datakse silindri kulumist väntvõlli detsentreerimisega *(vt. lk. 58)*.

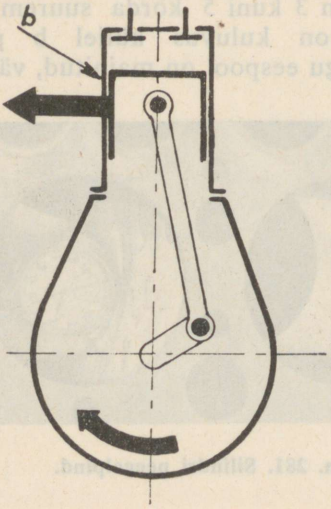
Kulumine silindri ülemises osas on suurem kui alumises, sest kolvirõngad kulutavad kiiremini silindri ülemist poolt, mis rohkem puutub kokku kuumade gaasidega, kuna kuumuse tõttu silindri ülemises osas õlitamine pole nii täiuslik kui alumises osas.



Joon. 282. Külgsurve surutaktil.

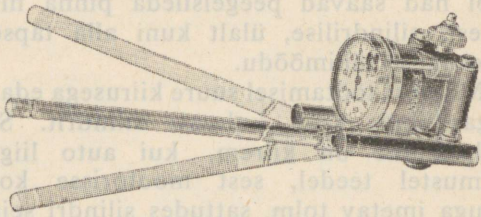
Kulunud silinder põhjustab plahvatusrõhke vähenemist läbilaskest kolvirõngaste ja silindri seinte vahel, mistõttu kulunud silindritega mootori võimsus on väiksem korralike silindritega mootori võimsusest.

Silindrite kulumust mõõdetakse eriliste mikromeetritega, mis oma ehitusviisilt meenutavad kella (joon. 284). Silindri kulumuse lihtsaks kontrollimiseks võib kasutada kolvirõngast, mida nihutatakse silindris üles-alla. Kui allanihutamisel kolvirõnga lukuvahe väheneb, siis silinder on kulunud.



Joon. 283. Külgsurve töötaktil.

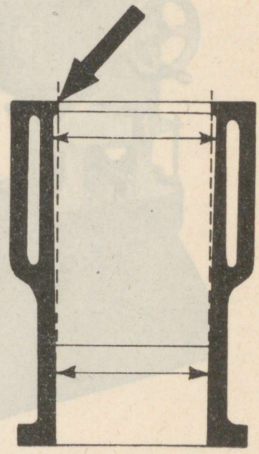
Jälgides või mõõtes silindrit näeme, et see on ülemises osas rohkem kulunud kui alumises (joon. 285); ülal silindri servale on jäänud rood (kraad). Kui on veel vara või ei taheta kogu silindrit puurida ja üle lihvida, võib rood maha võtta viilimisi. Hõlpsamini saab seda teha joon. 286 toodud roo mahavõtmise eritööriistaga.



Joon. 284. Silindrimõõtekell.

Nagu viimased uurimused näitavad, silindrite kulumine on tingitud mitte ainult hõõrdumisest, vaid ka põlemisel silindris tekkivate keemiliste ühendite, hapete, sööbimisest ja roostetamisest.

Suurema osa sööbimisest põhjustab väävelhape, mis tekib ja avaldab oma sööbivat mõju silindri ülemise osa peegelpinnale külma mootori soojendamisel. Külmal



Joon. 285. Kulumisrood silindri ülemises servas.

mootoril lastakse töötada rikka põlevseguga. Rikka segu imemisel mootorisse sadestub segust osa bensiini silindri külmadele seintele, pestes sealt õlikihti maha. Teatavasti tekib bensiini põlemisel mootoris [bensiinis oleva vesiniku (H) ühinemisel õhuhapnikuga (O)] veeauru. Tekkiv veeaur kondenseerub ning koguneb veepiisakestena mootori külmadele, õlist paljaile silindrite seintele, põhjustades silindrite roostetamist. Igas bensiinis leidub vähesel

määral väävlit, mis põlemisel (hapnikuga ühinemisel) annab väävlishapendi. Väävlishapend iseenesest pole mootorile kahjulik, kuid kui väävlishapend puutub kokku veega, s. o. mootori silindrite seintele veepiisakestena kondenseerunud veeauruga, siis tekib väävelhapet. Väävelhape aga mõjub sööbivalt silindri seinale, eriti kui õlikiht on silindri seinalt bensiini läbi maha pestud.

Kuna väävelhape tekib väävli põlemisel tekkiva gaasi — väävlishapendi — kokkupuutel silindris kondenseeruvate veeaurudega, siis ilmneb silindrite sööbimist happe poolt enam nendel mootoritel, mis töötavad sagedate peatustega, mil mootor jõuab jahtuda ja põletises leiduva vesiniku põlemisel tekkinud veeaurud jõuavad kondenseeruda jahtunud mootori silindrite seintele.

Silindrite kulumises on hõõrumine kolvi ja kolvirõngaste poolt vägagi mõõduandev tegur, eriti kui õli vahetamine ei toimu õigeaegselt ning õhufiltri korraliku puhastamisega ei takistata õhus leiduva tolmu sattumist mootorisse.

Silindri kriimustused.

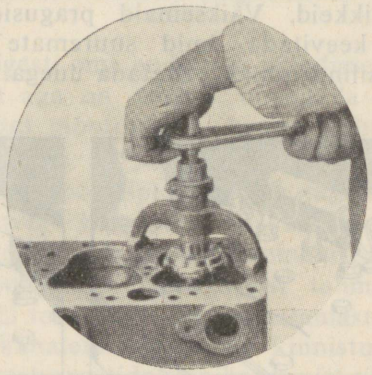
Kriimustusi silindri seintes võib tekkida 1) lahtisest kolvinagast, 2) sööbinud kolvist, 3) katkisest kolvirõngast.

Kriimustused, mis on tekitanud lahtine kolvinaga, esinevad tavaliselt kogu kolvinaga liikumispiirkonna ulatuses. Teatavasti kolvinaga on kinnistatud kas kepsu külge või kolvinaga pesa külge või ta on kaitstud tõkkeseibiga puutumise eest silindri seina vastu. Kui see kinnistus pääseb lahti või tõkkeseib murdub või nihkub paigast, siis kolvinaga ots ulatub vastu silindri seina, kriimustades seda kolvi liikumisel üles-alla. Ka võivad pronkspussid, mis asetsevad kolvinaga pesas, lahti põruda ja kriimustada silindri seina, kuid sel juhul kriimustused pole nii sügavad.

Kolvi kinnipõlemine võib tekitada silindri seina kriimustusi vaid malmkolvi puhul. Alumiiniumkolvid ei tekita kinnipõlenult kriimustusi silindri seinasse, küll aga võib kinnipõlenud alumiiniumkolvi küljest jääda alumiiniumi silindri seina külge. Seda saab puhastamise teel kõrvaldada.

Murdunud kolvirõngad võivad põhjustada tõsiseid vigastusi silindri peegelpinnas.

Kriimustused silindri seinas põhjustavad plahvatussurve alanemist, mispärast peab kriimustused kõrvaldatama kohe nende tekkimisel. Väiksemaid kriimustusi saab kõrvaldada silindri lihvimise teel. Sügavamate kriimustuste puhul peab silindrid üle puuritama ja selle järele kasutatama ülemõõdulisi kolbe. Kuna see töö on seotud suurte kuludega, võib kriimustusi ka elektriliselt täis keevitada patenteeritud erisulamiga ja silinder selle järele uuesti üle lihvida, eriti siis, kui silindrid pole veel nii palju kulunud, et nad vajaksid puurimist. Nii on võimalik vanu kolbe edasi kasutada. Mõned töökojad puurivad kriimustatud silindri üle ja suruvad silindrisse pussi endise läbimõõdu saavutamiseks.



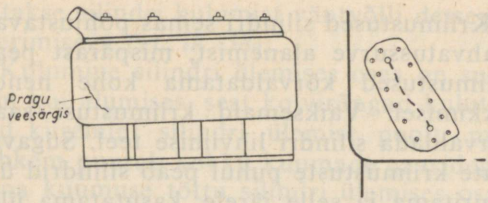
Joon. 286. Silindri roo mahavõtmine.

Silindrite puurimisel ei tohi kunagi puurida ainult üksikuid või üht ainust silindrit, vaid tuleb üle puurida kõik silindrid ühesuguse läbimõõdu saavutamiseks. Vastasel korral annavad puuritud, suuremamõõtmelised silindrid suuremat võimsust kui puurimata silindrid, mille tagajärjel mootor töötab korratult.

Praod veesärgis ja silindris.

Külmal ajal võib juhtuda, et seisval mootoril jäätub veesärgis vesi. Jää, evides väiksemat erikaalu kui vesi, võtab enda alla suurema ruumala, mistõttu ta võib veesärgi purustada, tekitades prao või halvemal juhul surudes veesärgist tüki välja.

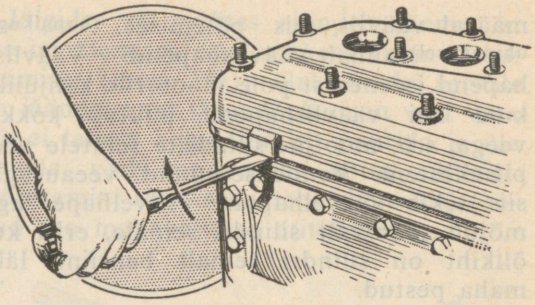
Mõnedel mootoritel on jahutusveesärgi seinas ette nähtud avad, mis on kaetud plekist kapslitega. Külmumisel paisuv vesi surub kapsli avast välja, mis hoiab ära veesärgi lõhkemise.



Joon. 287. Veesärgi prao parandamine.

Kui veesärk siiski on pragunenud, saab pragu parandada kas keevitamise või vaskplekiga lappimise teel; vaskplekk kinnistatakse kruvidega veesärgi külge (joon. 287). Et pragu ei suureneks, tuleb prao kummassegi otsa puurida 4—5 mm suurune auk.

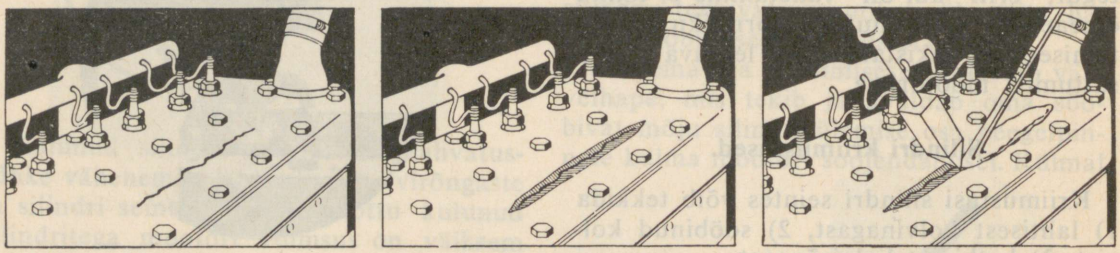
Halvem on juhtum, kus pragu tekib silindri seina. Sel juhul tungib vett silindrisse, mis võib põhjustada mootorile tõsiseid rikkeid. Väiksemaid pragusid võib kinni keevitada, kuid suuremate puhul tuleb silindriplokk vahetada uuega.



Joon. 289. Mootoriploki kaane külge valatud nükid kaane lahtikangutamiseks rikkumata tihendit.

miseks, survekambri puhastamiseks tahmast, silindrite seisukorra kontrollimiseks jne.

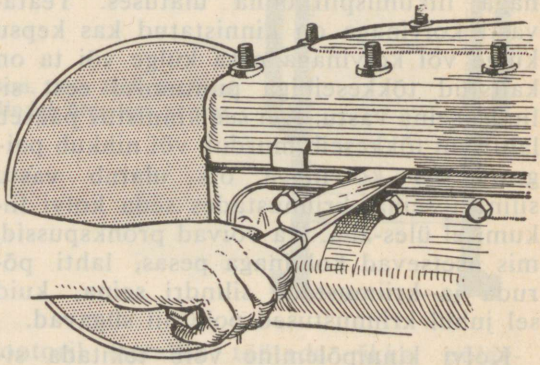
Mootoriploki kaane mahavõtmine peab toimuma väga ettevaatlikult. Plokikaane kinnistusmutreid ei tohi, kaanes tekkida



Joon. 288. Mootoriploki kaanes oleva prao kinnijootmine patenteeritud erimetalliseguga.

Ka valumullid võivad põhjustada vee pääsemist silindrisse. Kuigi kõiki silindriplokke valumullide avastamiseks katsutakse vabriku poolt 5÷6-at veesurvega, võib valumulle ilmsiks tulla ka alles silindri kulumisel või peale puurimist.

Nüüd on müügil metalli ja tsemendi patenteeritud pulbreid, mida on võimalik hea eduga kasutada silindris või veesärgis esinevate pragude kinnipanemiseks. Samuti võib pragusid kinni joota selleks otstarbeks müügil olevate kergesti sulavate metallisegudega, mis on jootmistina taolised. Kuid need pole harilik jootmistina, sest tina ei nidune malmi külge.



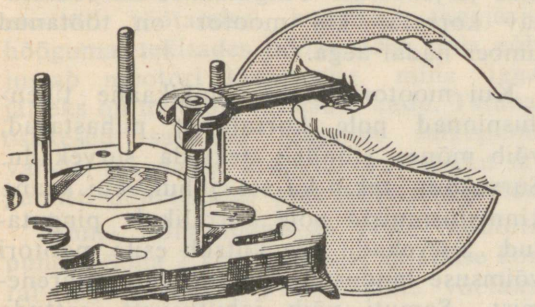
Joon. 290. Tihendi vabastamine noa abil mootoriploki või ta kaane küljest.

Mootoriploki kaane mahavõtmine ja pealepanemine.

Mootoriploki kaane mahavõtmine ja pealepanemine on sagedamini ettetulevaid töid. Seda tehakse mootori klappide lihvivõivate pingete vältimiseks, üksteise järele kohe täielikult välja keerata, vaid esmalt peab kõiki mutreid järjestikku veidi järele lastama, esmalt $^1/_4$ ringi, siis $^1/_2$ ringi järjekorras, nagu on näidatud joon. 292, ja alles siis võib mutrid täielikult vabastada.

Kaane mahavõtmisega tuleb oodata, kuni mootor jahtub. Sooja mootori kaane mahavõtmisel see võib kõverduda.

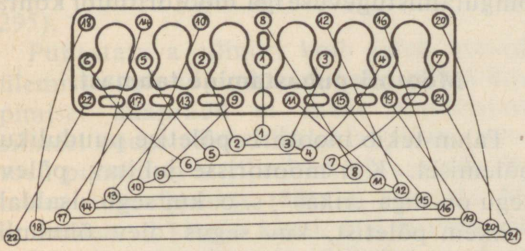
Kaane mahavõtmisel tuleb hoiduda tihendi rikkumisest, mis võib kergesti juhtuda, kui mahavõtmisel kasutatakse kruvikeerajat või meislit, surudes selle ploki ja plokikaane vahele.



Joon. 291. Mootoribloki kaanepoltide sissekeeramise viis, kui puudub poltide keeramise võti või torutangid.

Kui plokikaane poltide mutrid kõik on pealt ära keeratud, kuid plokikaas ikkagi istub kõvasti omal kohal, võib mootorit käitada vändast. Silindrites kokkusurvetaktidel tekkiv rõhe surub kaane lahti.

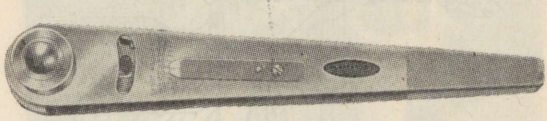
Mõnedel mootoritel on plokikaane külge valatud väikesed nükid, mille kaudu võib kruvikeeraja abil kaant lahti kangutada (joon 289).



Joon. 292. 6-sil. mootoriploki kaane poltide kinnitamise järjekord.

Mootori küljest mahakeeratavad mutrid ja tihendid tuleb asetada naelte otsa, traadi otsa või mõnda kasti selliselt, et neid saab kõiki samadele kohtadele tagasi panna. Eriti on see maksev mutrite kohta, mida juba mitu korda on maha ja külge keeratud, kuna uute ühemõõduliste mutrite keermed tavaliselt sobivad vastastikku.

Kui mootoriploki kaanetihend ei vabane kohe kas mootoriploki või ta kaane küljest, ei tohi teda murda, vaid vabastada õhukese noa abil (joon. 290). Kui kaas on eemaldatud, võetakse tihend ettevaatlikult ära ja kui see on tagasipanemiseks veel küllalt korralik, pannakse ta kõrvale *(kõige parem riputada seinale naela otsa)*, et keegi seda kogemata ei saaks rikkuda. Ära märkida pealmine külg, et tihend



Joon. 293. Eriliselt ehitatud võti mootoriploki mutrite ühtlaseks pingutamiseks.

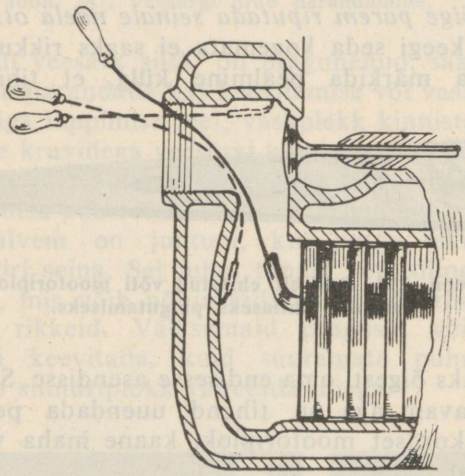
saaks õigesti oma endisesse asendisse. Soovitavam aga on tihend uuendada peale igakordset mootoriploki kaane maha võtmist.

Asudes mootoriploki kaane tagasipanemisele, tuleb kõigepealt nii mootoriploki kui ka plokikaane tihenduspinnad korralikult puhastada igasuguseist tahmaterakesist. Ei tohi unustada puhastamast jahutusvee kanaleid ega kaane kinnistuspolte ega kinnistuspoltide kinnikeeramist silindriplokki, kui need on lahti põrunud. On soovitatav enne tihendi tagasipanemist kontrollida, kas mootoriploki ja plokikaane tihenduspinnad on täiesti tasapindsed. Seda kontrollitakse sinise värvi abil rihtplaadil või mõnel muul täiesti tasapindsel siledal pinnal. Kui kontrollimisel ilmneb, et liibepinnad pole täiesti tasapindsed, peab kõrgemad kohad kaaprauaga maha kaabitama. Samuti peab kontrollitama, et tihend poleks vigastatud ega liiga vadunud kokku. Vadunud vask-asbesttihendit võib leeklambiga üles soojutada ning hädakorral veel kord kasutada; soovitavam on siiski tihend uuendada.

Tihendi tagasipanemisel või uuendamisel tuleb jälgida, et kõik tihendi avad sobiksid silindriploki avadega. Vastasel korral võib mootori töötamises tekkida takistusi.

Mootoriploki kaane tagasipanemisel peab pööratama erilist tähelepanu kaane kinnistuspoltide õigesti pingutamisele. Hooletu ning asjatundmatu kaane kinnis-

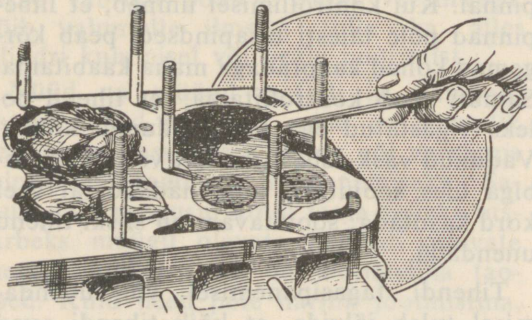
tusmutrite pingutamine võib kutsuda esile kaane pragunemise. Eriti ettevaatlik peab oldama uuemate mootorite plokikaante kinnistusmutrite pingutamisega, sest uuemate mootorite plokikaaned on valmistatud väga õhukeste seintega.



Joon. 294. Kaaneta mootori puhastamine tahmast.

Kui mõni kaane mutter tõmmata kinni varem kui teised, tekib kaanes lisapingeid, mis töötamisest mootori soojenemisel võivad muutuda niivõrd suureks, et kaas praguneb.

Mootoriploki kaane kinnistusmutreid peab pingutatama järguti kõiki ühtlaselt. Järjekord, kuidas pingutamine peab toimuma, on toodud näitena joonisel 292.

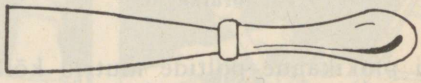


Joon. 295. Kõrvalsilindrite avad ja klapid tahmapuhastamise ajaks katta kaltsudega.

Pingutamist alatakse plokikaane keskmises reas keskmisest mutrist. Pingutatakse joonisel näidatud järjekorras esmalt kõiki mutreid kergelt, siis samas järjekorras teiskordselt juba tugevamini ja alles kolmandal korral kinnitatakse mutrid lõplikult.

Kui mootor on kokku monteeritud, käivitatakse see ning lastakse mootoril aeglastel tiirudel koormamatult töötamisel soojeneda. Soojenenud mootori kaane kinnistusmutreid pingutatakse veel kord samas järjekorras. Pingutamist on soovitatav korrata, kui mootor on töötanud umbes nädal aega.

Kui mootoriploki ja plokikaane tihenduspinnad pole korralikult puhastatud, võib mõnes silindris tekkida survekadu. Survekadu tekib ka sel juhul, kui kaane kinnistusmutrid pole korralikult pingutatud. Survekadu aga kutsub esile mootori võimsuse langust ja põletisekulu suurenemist. Samuti võib jahutusvett sattuda silindritesse ja kartrisse.



Joon. 296. Tahmapuhastamise kaapraud.

Et kindlustada kõikide mootoriploki kaane kinnistuspoltide ühtlast kinnistamist, on müügil erilised võtmed (joon. 293), mille mutripingutamisjõu saab seada tarvilikule tugevusele. Vabrikud kirjutavad ette tarviliku mootoriploki kaanepoldi mutri pingutamistugevuse iga mootoritüübi kohta.

Mootori puhastamine tahmast.

Tahm tekib mootoris põletise puudulikul põlemisel. Kui mootorisse juhitav põlevsegu on liiga „rikas", s. o. kui segu sisaldab rohkem põletist, kui segus olev õhuhulk suudab täielikult ära põletada, langevad põlemata süsinikuosakesed *(tahm)* silindri seinale, kolvi põhjale, klappidele jne., kattes neid musta kihiga. Sellist tahma tekkimist võib võrrelda petrooleumilambi suitsemisega, mille taht on keeratud liiga kõrgele. Kui taht on keeratud liiga kõrgele, saab lamp liiga palju petrooleumi lambist läbivoolava õhuhulga kohta. Vähene õhuhulk ei suuda tahist väljuvat petrooleumi kõike ära põletada, mistõttu petrooleumi süsinikust põlemata jääv osa (tahm) tuleb välja musta suitsuna.

Samuti ei põle mõnedes tingimustes survekambri seintele, kolvi põhjale, klappidele jne. sattuv mootoriõli täielikult ära, vaid tekitab tahma ja jätab järele raskesti põlevat õlist nõge, mis tahmaga segunedes langeb kattena mootori sisemusele.

Alaväärtusliku õli kasutamine mootori õlitamiseks soodustab mootori tahmumist.

Survekambris tahmaosakesed hakkavad mootori töötamisel kuumuse tagajärjel hõõguma, tekitades hõõgsüüdet, mis põhjustab mootori kloppimist, mille tagajärjeks on mootori võimsuse kadu. Tahmaosakesed, sattudes klappide sulgepinna vahele, takistavad klappide korralikku sulgumist, põhjustades plahvatussurve kadu.

Tahma kõrvaldamiseks peab mootorit puhastatama 2 korda aastas, vajaduse korral sagedaminigi. Puhastamine võetakse ette koos klappide lihvimisega.

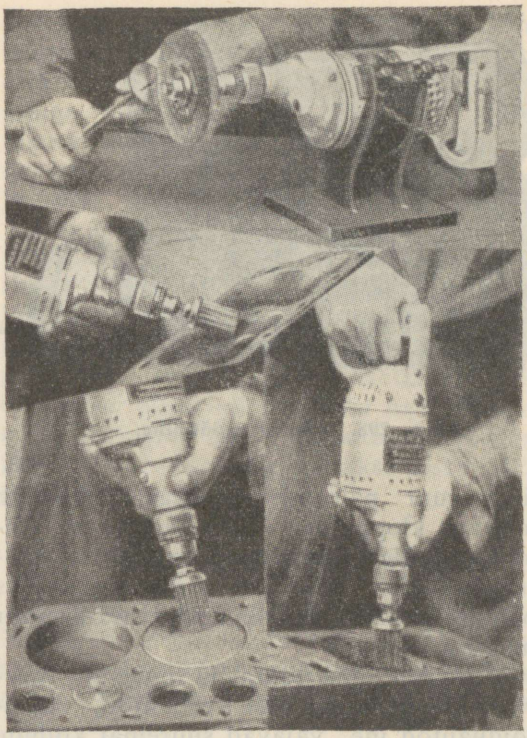
Vanematüübilistel kaaneta mootoritel kraabiti tahm survekambrist välja erilise kõveravarrelise kaaprauaga, mis juhiti survekambrisse kas küünlaava või klappide väljavõtmise ava kaudu (joon. 294). Lahtikraabitud tahm puhuti välja suruõhuga või lõõtsaga. Kasutati ka tahma väljapõletamist hapnikuga.

Nüüdisaja mootorid on kõik äravõetava plokikaanega. Seega juurdepääs mootorit puhastama on nüüd palju hõlpsam. Pärast mootoriploki kaane mahavõtmist tuleb kõik plokis olevad avad lappidega kinni katta, et tahm ei satuks puhastamisel jahutusveesärki ega poldiaukudesse (joon. 295).

Puhastatava silindri kolb tuleb asetada ülemisse surnudpunkti, et kolvi põhja kaapimisel kaapraud ei saaks kriimustada silindri peegelpinda. Külgklappidega mootoril puhastatava silindri kolb asetada ülemisse surnudpunkti, töötakti algusele. Siis on mõlemad klapid kinni, mis ei võimalda puhastamisel tahma ja õlikoksi osakeste sattumist klappide vahele. Otstarbekohane on tahma kaapida painduva pahtlitaolise kaaprauaga (joon. 296).

Moodsais töökodades kasutatakse tahma puhastamiseks traatharju, mis kinnistatakse elekterpuurmasina külge (joon. 297). Need hõõruvad puhastatavad mootoriosad siledaks, mistõttu need on tahmumisele vähem vastuvõtlikud.

Peale eespoolnimetatud puhastamisviisi võib kasutada ka mitmete vabrikute poolt müügile lastud keemilisi vahendeid tahma



Joon. 297. Mootori puhastamine tahmast.

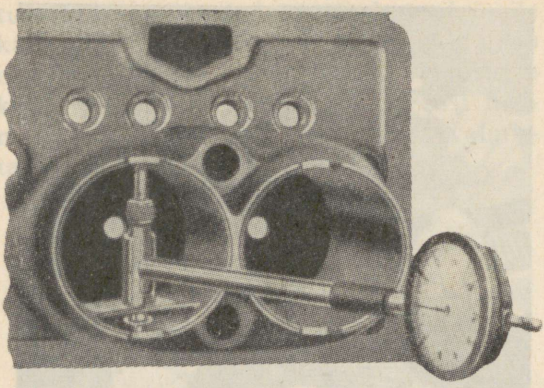
kõrvaldamiseks. Need on kas pulbrid või vedelikud, mis segatakse põletisse, valatakse silindrisse või juhitakse töötavasse mootorisse sisselasketorustiku kaudu. Nende kemiliste ainete mõjul vabaneb tahm mootori silindrite seintelt ja uhutakse koos põlemisjääkidega silindrist välja.

Kolbide sobitamine silindrisse.

Kolbe tuleb uuendada kolmel põhjusel: 1) silindrid on üle puuritud, 2) kui kolb on rikutud kinnipõlemise tagajärjel, 3) kui kolb on kulunud.

Uut kolbi tuleb väga hoolikalt sobitada silindrisse. Kolvi sobitamisel silindrisse tuleb jätta silindri seina ja kolvi vahele paisumisvahe. See paisumisvahe on iga mootoritüübi kohta vabriku poolt katseliselt kindlaks määratud ja kolbide vahetamisel tuleb vabriku eeskirjadest kinni pidada. Kolbide paisumisvahe suurus sõltub mitmest tegurist, näit. silindri ja kolvi materjalist, mootori tiirudearvust, jahutusseadmest, jahutusveesärgi pikkusest, survemäärast jne.

Liiga väikene paisumisvahe kutsub esile kolvi kinnijäämise ja sööbimise silindris,



Joon. 298. Silindri mõõtmine.

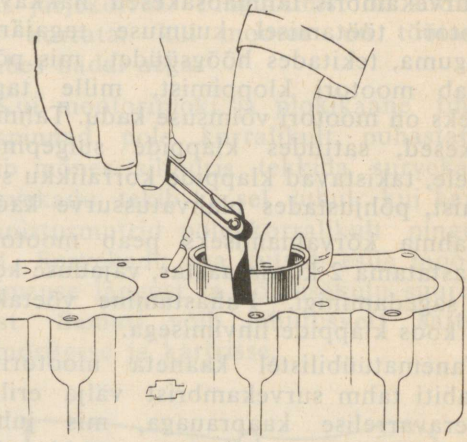
liiga suur paisumisvahe aga põhjustab mootori kloppimist, suurt õlikulu ja võimaldab põletise põlemata osakestel pääseda silindrist kartrisse, mille tagajärjeks pole mitte ainult õli rikundus, vaid ka suur põletise kadu.

Mootorid, mis töötavad pidevalt tugevasti koormatuna, näit. veoautod, võidusõiduautod jne., vajavad suuremat kolbide paisumisvahet kui mootorid, mis töötavad ajutise ja väiksema koormatusega.

Uute kolbide sobitamisel tuleb kontrollida paisumisvahet. Seda võib teha kahel viisil:

1) Mõõdame vastava mikromeetriga silindri läbimõõdu (joon. 298) ja kolvi läbimõõdu (joon. 299). Mõlema mõõtme vahe annab meile paisumisvahe suuruse. Kolvi mõõtmine peab toimuma põikloodselt kolvisõrmele kahest kohast: kolvi juhtpinna alumisest ja ülemisest servast.

2) Vastava kaliibriga, mis pistetakse silindri seina ja kolvi vahele (joon. 300) paralleelselt teljele. Kolb peab asetsema silindris ilma rõngasteta. Tavaliselt kirjutab vabrik ette, et näiteks, kui silindri seina ja kolvi vahel on 0,050 mm paksune kaliiber, siis kolb peab oma raskuse mõjul alla langema. Kui aga silindri seina ja kolvi vahele pista 0,075 mm paksune kaliiber, peab kolb jääma paigale.

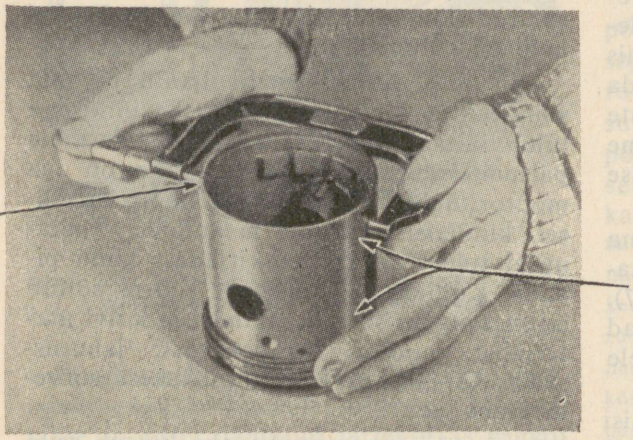


Joon. 300. Paisumisvahe mõõtmine kaliibriga.

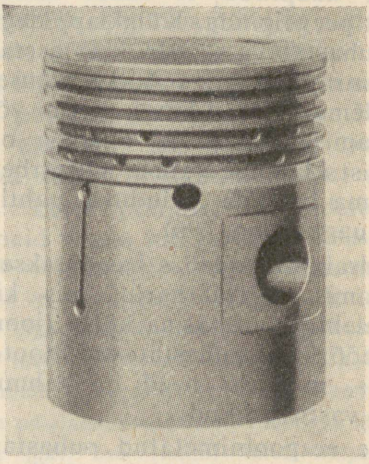
Uued kolvid peavad olema kõik üheraskused ja evima ühesugust läbimõõtu, vastasel korral mootor ei saavuta vaikset töötamist, vaid kaldub vibreerimisele.

Kolvid, mil on küljepilu, tuleb asetada silindrisse selliselt, et pilu asuks väiksema külgsurve pool.

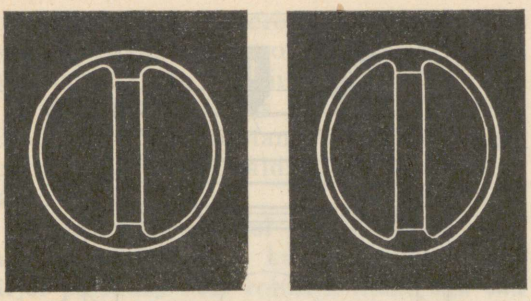
Väga levinud on T-piluga kolvid, mille küljepilu ei ulatu juhtpinna alumise servani, vaid jätab umbes 15 mm laiuse rõnga terveks (joon. 301). See rõngas takistab küljepilu kokkusurumist töötaktil kolvile



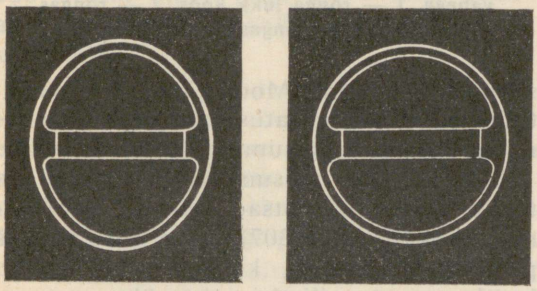
Joon. 299. Kolvi mõõtmine.



Joon. 301. T-piluga kolb.



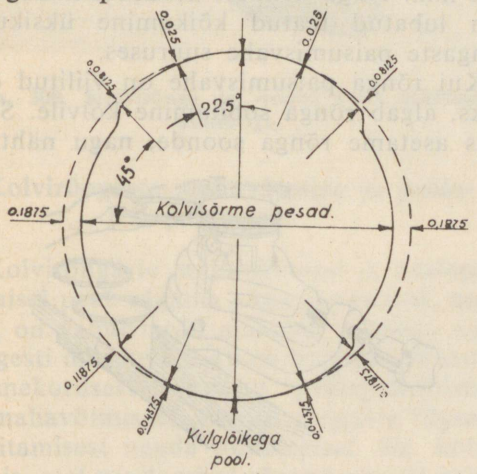
Külmana ümarguseks treitud kolb on soojalt ovaalne.



Külmana ovaalseks treitud kolb on soojalt ümargune.

Joon. 302.

tekkiva külgsurve poolt. Teiseks erinevuseks on, et kolb külmana ei ole mitte täiesti ümargune, vaid ovaalne. See on sel põhjusel, et kolb paisub soojenemisel kolvinaga pesa kohalt rohkem kui muus kolvi osas, sest kolb on kolvinaga pesa kohalt paksem. Et saavutada kolvi soojenemisel täiesti ümargust kolbi, treitakse külma kolvi rohkem paisuv osa väiksema läbimõõduga. Nagu jooniselt 303 nähtub, kirjeldatud kolb on viimistletud ka selles mõttes, et paisumisvahe on suuremal külgsurve poolel jäetud suurem kui väiksema külgsurve poolel.



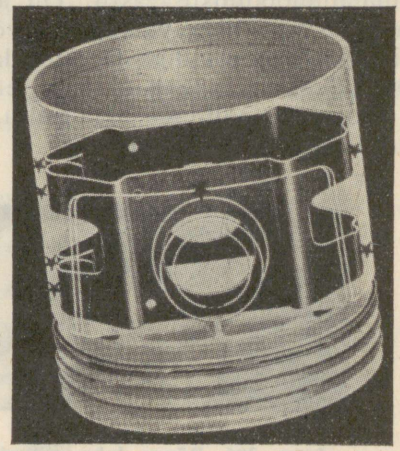
Joon. 303.

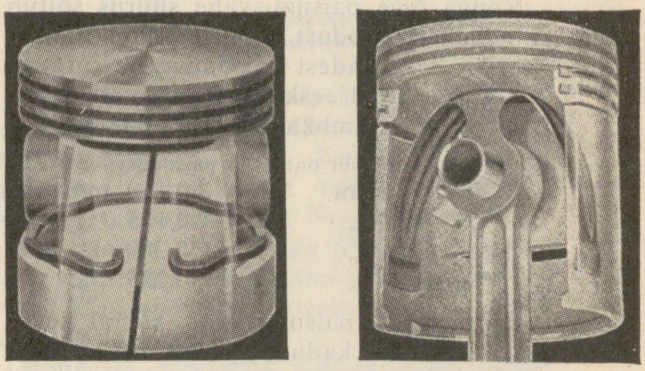
Kolbide kulumise vähendamiseks on leiutatud viis, mis võimaldab malmkolbe elektrolüütilisel teel katta õhukese babiidikihiga. Sile babiidikiht vähendab hõõrdumist kolvi ja silindri seina vahel, pikendades sel kombel silindri seina ja kolvi töötamisiga.

Kui silindrid on kulunud, kuid mitte nii palju, et nad vajaksid viivitamatut puurimist, või kui tahetakse puurimist edasi lükata — võib kasutada nn. kolvipaisutajaid. Joon. 304 on toodud mitmed kolvipaisutajate tüübid. Need asetatakse kolbide sisse pinge all, mistõttu nad suruvad kolvi juhtpinna laiali. Mootori töötamine jääb vaiksemaks ning hoitakse kokku põletise- ja õlikuludes.

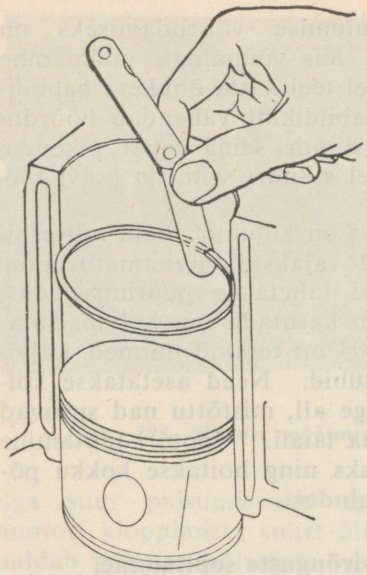
Kolvirõngaste sobitamine.

Enne uute kolvirõngaste pealeasetamist kolvile peab neid kontrollitama, kas nad täpselt sobivad nii silindrisse kui ka oma pessa. Sobivust silindrisse kontrollitakse



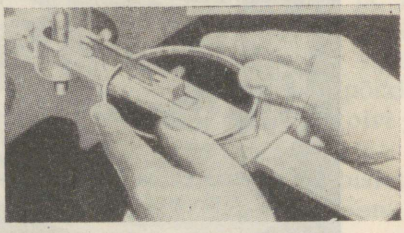


Joon. 304. Kolvipaisutajate tüüpe.



Joon. 305. Kolvirõnga paisumisvahe mõõtmine.

sel teel, et asetatakse rõngas ilma kolvita silindrisse ja mõõdetakse siis kaliibriga rõnga paisumisvahet *(lukuvahet)* (joon. 305). Kui selgub, et paisumisvahe on liiga suur, peab rõngad ümber vahetatama suuremaläbimõõduliste vastu. On aga rõnga paisumisvahe liiga väike, siis võib paisumisvahet peene viiliga järele aidata (joon. 306). Seejuures peab oldama ettevaatlik, et rõngaid ei viilitaks liiga palju, mistõttu rõngas muutuks kõlbmatuks.

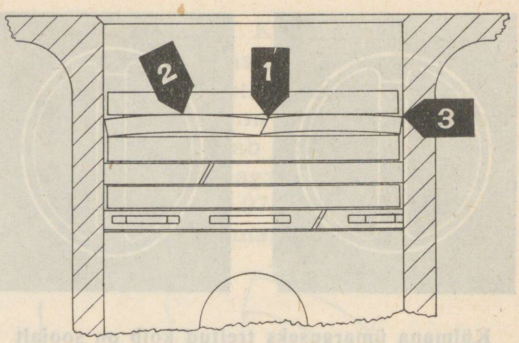


Joon. 306. Rõnga luku viilimine.

Rõnga õige paisumisvahe suurus sõltub silindri läbimõõdust. Tuleb kinni pidada vabriku eeskirjadest paisumisvahe suuruse kohta. Kui neid eeskirju ei ole, võib kasutada järgmisi umbkaudseid andmeid.

Kui silindri läbimõõt on:	peab paisumisvahe olema
50— 75 mm	0,150 mm
75— 85 „	0,175 „
85—100 „	0,200 „
100—110 „	0,225 „

Liiga suure paisumisvahe korral tekib plahvatussurve kadu rõnga lukkude kaudu. Liiga väikese paisumisvahe puhul võivad rõngad paisumisel end suruda silindri



Joon. 307. Kolvirõngas mitteküllaldase paisumisvahega. 1 — rõnga lukk koos, 2 — rõngas kõverdub, 3 — rõngas kannab servaga.

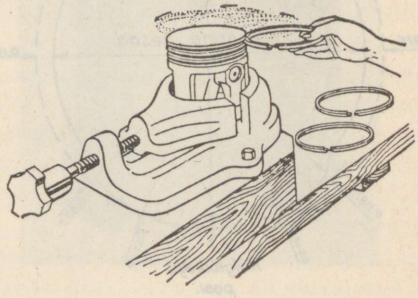
seina külge kinni. Mootorid, mis pidevalt töötavad täiskoormatuse all, vajavad suuremat rõngaste paisumisvahet.

Liiga väikese paisumisvahe tõttu pigistuvad kolvirõnga otsad mootori soojenemisel kokku (joon. 307), mille tõttu rõngas paindub oma pesas, kõverdub ja hakkab kandma vastu silindri seina ühe servaga. Selle tõttu rõngas ei saa vetruda oma pesas ega anda täit tihedust. Halvemal juhul rõngas murdub, purustab kolvi rõngapesa seinad, kriimustab silindri seinu, paisub kinni silindrisse ja võib koguni kolvi põhja maha rebida, purustades kolvi.

Seepärast on väga oluline rõngaste uuendamisel need sobitada kohale õige paisumisvahega. Juhtnööriks olgu siin — parem hoida paisumisvahe rõngal 0,1 mm võrra suurem kui 0,01 mm võrra liiga väike.

Mõned autovabrikud kirjutavad oma remondieeskirjades ette, et kolvirõngaste paisumisvahed peavad olema teatud piirides ühesuurused, näit. 0,1 mm kuni 0,35 mm. Nagu nendest arvudest näha, on siin lubatud teatud kõikumine üksikute rõngaste paisumisvahe suuruses.

Kui rõnga paisumisvahe on viilitud õigeks, algab rõnga sobitamine kolvile. Selleks asetame rõnga soonde, nagu nähtub



Joon. 308. Kolvirõnga sobitamine soonde.

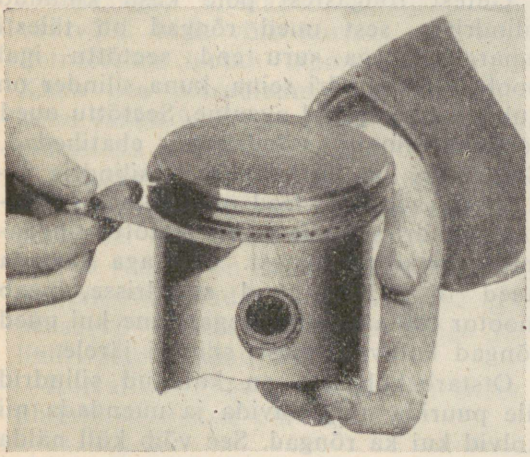
jooniselt 308, ja veeretame teda ümber kolvi. Rõngas ei tohi olla pesas liiga lahti ega logiseda ega olla liiga pingul.

Liiga lahtine rõngas pumpab määrdeõli silindrisse, taob töötamisel kolvi rõngasoone ära ja võimaldab plahvatussurve kadu.

Soones liiga pingul olev rõngas jääb mootori töötamisel kuumenemise tagajärjel paisudes veel rohkem kinni ega saa end suruda tiheduse saavutamiseks kõvasti vastu silindri seina. Rõnga ja soone vahe peab olema 0,050 kuni 0,075 mm. Seda vahet võib samuti kaliibriga kontrollida (joon. 309).

Kui rõngas on soones liiga pingul, võib teda peene smirgelpaberiga järele aidata. Selleks asetame peene smirgelpaberi siledale lauale või klaasile ja, pannud rõnga puuklotsile naelte vahele kinni, hõõrume rõngast kergelt smirgelpaberil (joon. 310).

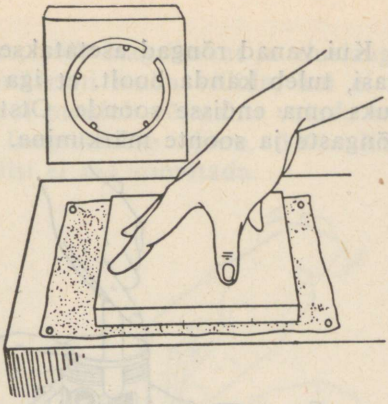
Peale rõnga järeleaitamist smirgelpaberiga peab rõngast hoolikalt petrooleumiga puhastatama, et smirgliterad ei satuks silindrisse.



Joon. 309. Kolvirõnga ja -soone vahe mõõtmine kaliibriga.

Kolvirõngaste mahavõtmine ja pealepanemine.

Kolvirõngaste mahavõtmisel ja pealepanemisel peab oldama väga ettevaatlik, sest nad on valmistatud malmist, mistõttu nad kergesti murduvad. Tuleb hoiduda asjatust mitmekordsest rõngaste pealepanemisest ja mahavõtmisest, samuti rõngaste liigsest venitamisest nende tõmbamisel üle kolvi põhja, sest venitamisel rõngad võivad pain-

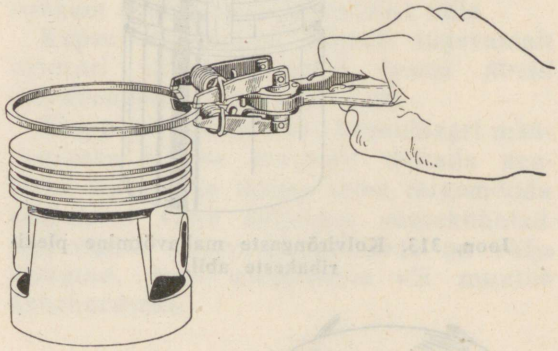


Joon. 310. Kolvirõnga järeleaitamine smirgelpaberil.

duda, mille järele nad pole enam täiesti ümargused ja põhjustavad ebatihedusi.

Rõngaste mahavõtmisel tuleb alustada kõige kõrgemal asetseva rõngaga. Selleks kasutatakse erilisi tange (joon. 311). Nende puudumisel võib võtta vana lauanoa või hammasteta saelehe, lükata see luku kohalt rõnga alla (joon. 312) ja vedades seda ühe käega ümber kolvi, nihutada teise käega rõngast soonest ülespoole.

Rõngast ei tohi kunagi maha võtta üle kolvi juhtpinna, sest seetõttu võib juhtpinnale tekkida kriimustusi. Rõngaste mahavõtmiseks võib kasutada ka 3 või 4 õhukest plekiribakest, mis asetatakse kolvirõnga alla ja siis tõmmatakse rõngas üle plekiribakeste (joon. 313).

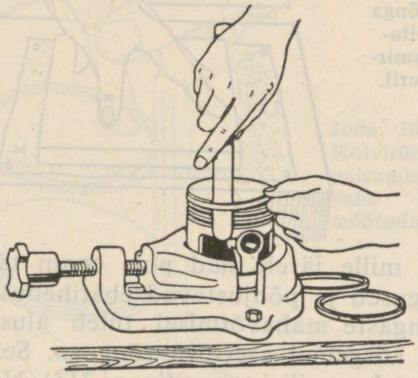


Joon. 311. Tangid kolvirõngaste mahavõtmiseks ja pealepanemiseks.

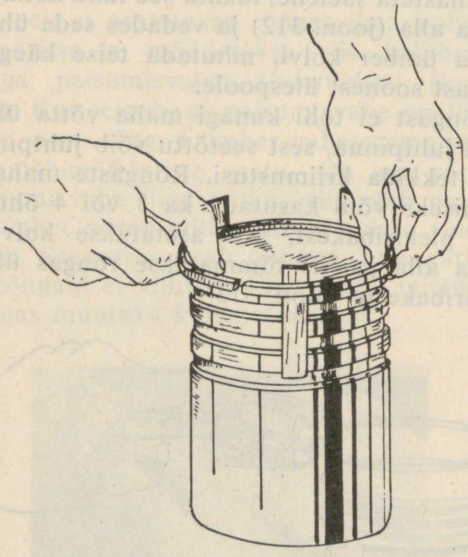
Kolvirõngaste asetamiseks kolvile võib samuti kasutada tange (joon. 311) või plekiribakesi (joon. 314). Kolmel õhukesel plekiribal painutatakse otsad sissepoole ning asetatakse kolvile. Nende üle libistatakse rõngas kuni rõnga jõudmiseni vastava soone kohale. Seejärel võetakse plekiribad ära, misjuures rõngad langevad oma soontesse.

Rõngaste asetamist kolvile tuleb alustada alumisest rõngast.

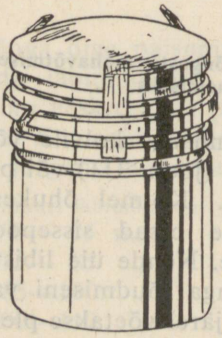
Kui vanad rõngad asetatakse kolvile tagasi, tuleb kanda hoolt, et iga rõngas satuks oma endisse soonde. Otstarbekas on rõngaste ja soonte märkimine.



Joon. 312. Kolvirõngaste mahavõtmine noa abil.



Joon. 313. Kolvirõngaste mahavõtmine plekiribakeste abil.

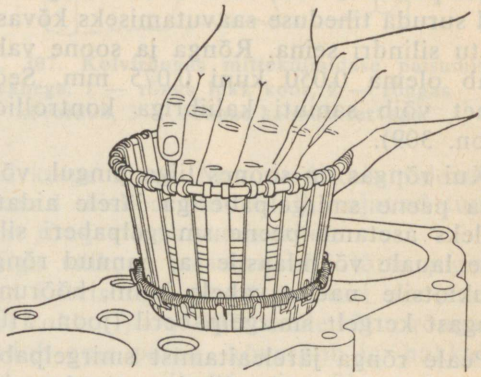


Joon. 314. Kolvirõngaste pealepanemine plekiribakeste abil.

Kunagi ei tohi suruda rõngast ühest soonest teise kuni rõnga jõudmiseni oma õigesse soonde. Selleks peab alati kasutatama kas tange või plekiribakesi.

Kolbide asetamine silindrisse.

Et kolvirõngad ei puruneks kolbide silindrisse asetamisel, on soovitatav kasutada plekiribakestest koosnevat võru (joon. 315), mis pigistab rõngad kokku, võimaldades neil takistamatult pääseda silindrisse. Otstarbekohane on ka joon. 316 näidatud plekist võru, mis pigistab rõngad kokku.

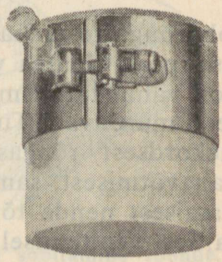


Joon. 315. Kolvi asetamine silindrisse.

Uutest rõngastest pole kasu...

Uutest rõngastest pole kasu kulunud silindrites, sest uued rõngad on täiesti ümargused ega suru end seetõttu igal pool vastu silindri seina, kuna silinder on kulumise tagajärjel ovaalne. Seetõttu uued rõngad kulunud silindris on ebatihedad. Soovitatav on jätta kulunud silindris vanad rõngad, sest need on kulunud vastavalt silindri seintele ja on seetõttu tihedamad uutest rõngastest. Kui aga asetada uued rõngad kulunud silindrisse, peab mootor töötama tükk aega, enne kui uued rõngad kuluvad täiesti silindri järele.

Otstarbekohasem on kulunud silindrid üle puurida ning lihvida ja uuendada nii kolvid kui ka rõngad. See võib küll näida asjatu kuluna, kuna silindrid, hoolimata kulumusest, võimaldanuksid mootoril endiselt töötada, kuid uuendamise tagajärjel saavutatav õli ja põletise kokkuhoid tasub selle kulu mitmekordselt.



Joon. 316. Plekkvõru kolvirõngaste kokkupigistamiseks.

Kolvirõngaste rikkeid.

Kolvirõngaste korralikkusest oleneb suuresti mootori korralik töötamine. Seepärast peab kolvirõngaste rikked ja puudused kõrvaldatama kohe nende ilmnemisel.

Kolvirõngaste riketest võiks nimetada järgmisi.

Rõngad on katkised: see põhjustab kriimustusi silindri seintele ja plahvatussurve kadu.

Rõngad on kulunud: nad ei suuda kolbi küllaldasel määral tihendada, mistõttu mootori võimsus langeb.

Lukukohad on liiga suured või asetsevad kohakuti, mis võimaldab plahvatussurvel läbi pääseda.

Rõngad on kaotanud oma vetruvuse kas liigse kuumuse või kulumuse tagajärjel, mistõttu nad ei tihenda kolbi.

Rõngad on pigitunud. Põlenud õlijäänused on paksu pigi näol sattunud rõnga ja pesa vahele, mis takistab rõnga korralikku vetruvust ja survumist vastu silindri seina. Rõngaid saab pigist puhastada, valades petrooleumi sooja mootori silindritesse läbi küünlaaugu, tiirutades seejuures käega väntvõlli. Seda võib korrata paar korda. Petrooleum leotab tahma ja pigi lahti. Kuna osa petrooleumi voolab silindri ja kolvi vahelt kartrisse, tuleb karter hoolega puhastada ja õli vahetada.

Rõngad on kriimustunud ja pole tihedad.

Rõngad ei puuduta silindrit kogu oma pikkusel. Seda tunneb sellest, et silindri sein ja rõngad on mustad seal, kus rõngas ei puuduta silindrit, kuna kuumad gaasid pääsevad sellistes kohtades rõnga ja silindri seina vahelt läbi.

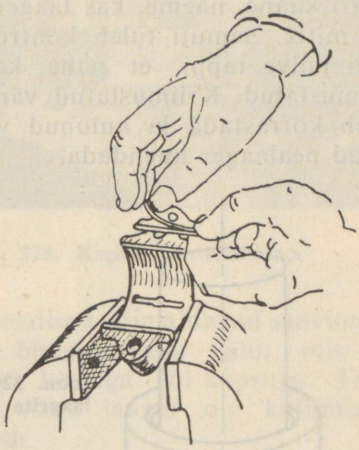
Korraliku rõnga tunnuseks on läikiv ja ühtlaselt kulunud pind.

Kloppimine kepsulaagreis.

Kepsu kulunud silm- kui ka pealaager tekitab mootori töötamisel kloppimist. Mootori edasitöötamine kulunud laagriga võib ohustada mootorit, purustades kepsu silmlaagri, pealaagri kaane või pealaagri kaane kinnistuspoldid.

Kulunud kepsu silmlaagrit ei saa pingutada, vaid kolvinaga ja silmlaagri puss või kolvinaga pesade pussid tuleb uuendada.

Kui kloppimist põhjustab kepsu kulunud pealaager, on võimalik laagrit pingutada, võttes laagri poolte vahelt mõned vaheplekid välja (joon. 317). Kui laagril pole vaheplekke, võib laagrikaant ja aluslaagrit tarvilise määrani maha viilida, kui ei taheta või kui puudub võimalus valada uusi babiidist laagrikausse (joon. 319). Kuid seda teoviisi ei saa soovitada.



Joon. 317. Kepsu pealaagri vaheplekkide väljavõtmine.

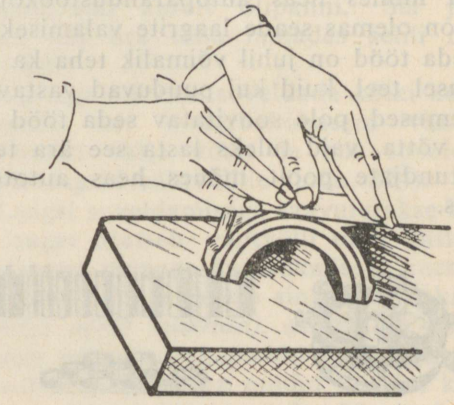


Joon. 318. Kepsu pealaagri vaheplekid.

Kepsu silmlaagri ja pealaagri kloppimised erinevad teineteisest. Silmlaagri kloppimine on teravam ja evib helemetallilist kloppimiskõla. Pealaagri kloppimine evib rohkem summutatud metallilist kõla.

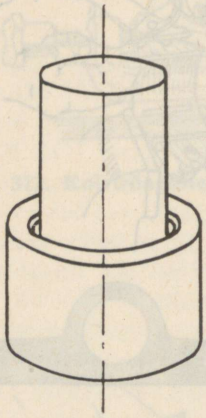
Kepsu kloppimine ilmneb tugevamalt mootori aktselereerimisel *(gaasi järsul juurdeandmisel)* ja raskel veol.

Kloppimist põhjustava kepsulaagri määramiseks laseme mootoril töötada aeglastel tiirudel ja lülime tööst järgemööda ükshaaval välja silindrite süüteküünlad. Kui vigase kepsu silindrisüüde on välja lülitatud, kaob kloppimine või muutub kahekordseks.



Joon. 319. Laagrikaane mahalihvimine.

Mootori õlipanni eemaldamisel on võimalik pääseda kepsu pealaagrite juurde, et neid korrastada. Nihutades kepsu pealaagrit käega üles-alla, tunneme väntvõllil kepsu loksumist. Võtnud maha kepsu pealaagri kaane, näeme, kas laager on korras või mitte. Samuti tuleb kontrollida väntvõlli põlve tappi, et näha, kas see pole kriimustatud. Kriimustatud väntvõlli tapp tuleb korrastada ja kulunud või väljasulanud pealaager uuendada.



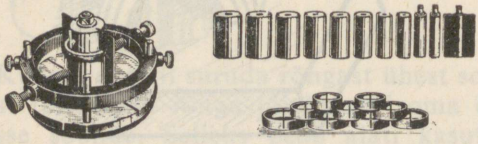
Joon. 320. Puust tapp laagrite valamiseks.

Laagrite valamine.

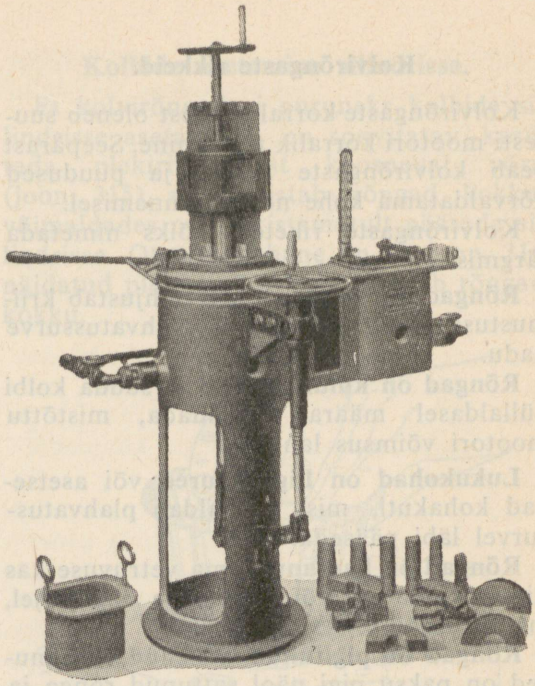
Laager tuleb uuendada, kui ta on kulunud kas õlitusrikke tõttu või kui babiidikiht on laagrikausi küljest lahti tulnud või laager on mõnel muul põhjusel välja sulanud. Kepsudel, mille laagrikausid on eraldatavad, võib uuendada ainult laagrikausse. Kepsudel, kus babiidikiht on valatud otseselt kepsu külge, tuleb uuendada kogu keps.

Kui puudub võimalus osta tarvilikumõõtmelisi kepse või laagreid, tuleb laagrikausid või kepsud lasta babiidiga uuesti katta mõnes heas autoparandustöökojas, kus on olemas seade laagrite valamiseks.

Seda tööd on juhil võimalik teha ka ise kodusel teel, kuid kui puuduvad vastavad kogemused, pole soovitatav seda tööd ise ette võtta, vaid tuleks lasta see ära teha asjatundjate poolt mõnes heas autotöökojas.

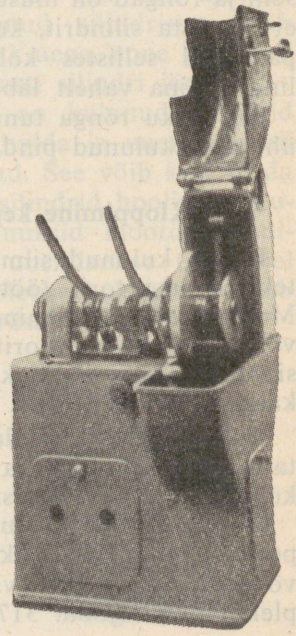


Joon. 321. Aparaat laagrite valamiseks.



Joon. 322. Surve all laagrivalamise aparaat.

Asudes kepsulaagrite valamisele tuleb kõigepealt vana babiit välja sulatada. Selleks soojendatakse laagrikausse või kepse leeklambiga selliselt, et leek ei puudutaks kausi või kepsu babiidipoolset pinda. Kui vana babiit on kõik välja sulanud, tuleb laagri pinnad hästi puhastada ning üle tinutada. Enne tinutamist niisutatakse tinutamisvedelikuga need pinnad, mis tuleb katta tinaga; need pinnad aga, mis peavad



Joon. 323. Tsentrifugaaljõul laagrivalamise aparaat.

jääma tinutamata, kaetakse kriidiga. Tinutatakse kas jootekolviga või kastetakse laagrikauss või keps sulasse tinna. Üleliigne tina pühitakse tulisena laagri küljest lapiga ära. Tinutatud laagrikausi või kepsu külge babiit liitub hästi ning seetõttu pole karta babiidikihi lahtitulemist mootori töötamisel.

Vanadest laagritest väljasulatatud babiiti ei tohi kasutada uute laagrite valamiseks, vaid tuleb võtta täiesti uut, mõne tuntud vabriku poolt valmistatud babiiti. Seda saab osta väikestes kangides autoosade äridest.

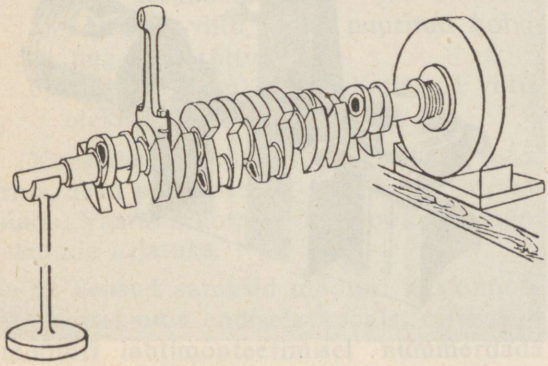
Tiigel peab babiidi sulatamiseks olema täiesti puhas. Sulatamisel ei tohi babiiti ajada liiga kuumaks. Babiit on paras valamiseks, kui babiiti kastetud puupilbas ei hakka suitsema.

Laagrite valamise hõlbustamiseks treitakse puust välja tapp, mis on pisut väiksema läbimõõduga kui väntvõlli põlve tapp (joon. 320). Tapil jäetakse alla äärik, mis takistab sulanud babiidil alt välja voolamast. Treitud puutapp asetatakse laagrikausside või kepsu pealaagri keskele. Laagripoolte mõlema istepinna vahele pannakse 1—2 mm paksune vaheplekk vahele ning tõmmatakse laagripooled poltidega kokku.

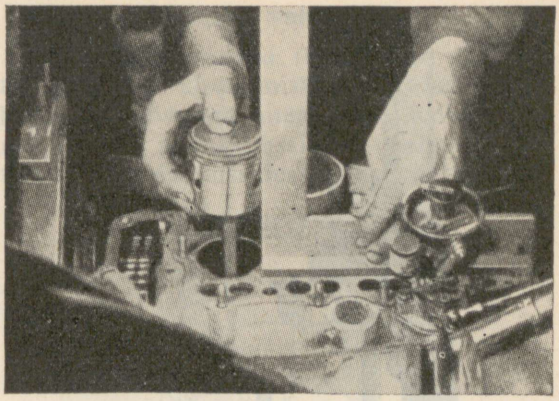
Treitud puutapi ja laagrikausi vahel olev vahe valatakse babiiti täis. Peale jahtumist võetakse puutapp välja ja treitakse laager väntvõlli tapi läbimõõdule sobivaks.

Töökodades kasutatakse mitmesuguseid aparaate laagrite valamiseks. Joon. 321 näeme ühte sellist aparaati.

Auto- ja kepsutehastes kasutatakse eriseadiseid, mis võimaldavad babiidi valamist kepsulaagrisse surve all (joon. 322) või tsentrifugaaljõu all (joon. 323). Viimasel juhul valatakse sula babiit tiirlevasse kepsulaagrisse või tiirlevasse laagrikaussi.



Joon. 234. Kepsulaagrite soveldamine väntvõllile.



Joon. 325. Kepsu kontrollimine.

Need eriseadised võimaldavad saavutada tihedamat, õhumullivaba valu, mis on hästi neotud kausiga või kepsuga. Tihedama valu tõttu laager on kulumisele vastupidavam.

Laagrite soveldamine.

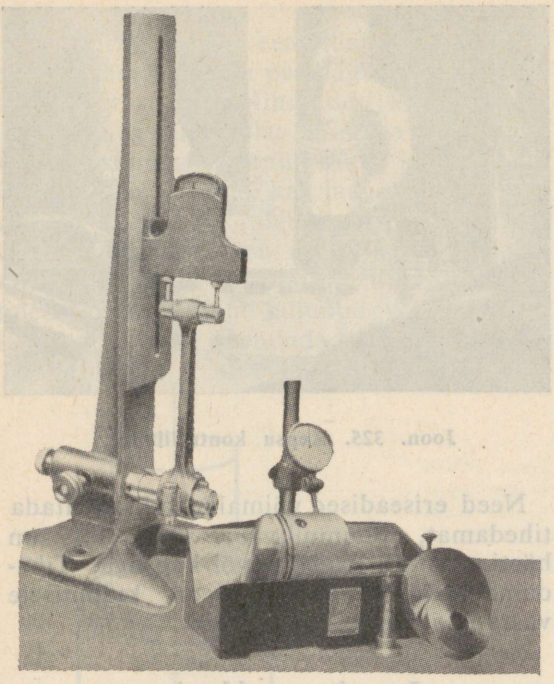
Kepsulaagri uuendamisel tuleb see soveldada väntvõlli põlve tapile täpseks. See töö nõuab erilist hoolt ja täpsust, vastasel korral võib laager kiiresti kuluda või välja sulada.

Kui kepsude pealaagrid on vahetatavate kaussidega, tuleb kausid uuendada. Kui aga babiit on valatud otseselt kepsu külge, tuleb keps uuendada või katta uue babiidikihiga. Kuid mõlemal juhul tuleb kepsulaager soveldada väntvõlli tapile. Seda võib teha õlipanni eemaldamisel, jättes väntvõll paigale — soovitatav aja ja töö kokkuhoiu mõttes juhul, kui tuleb uuendada ainult üks või paar laagrit.

Kui tarvidus kepsulaagrite vahetamiseks juhtub teel, võib laagreid vahetada ja soveldada mootorit välja tõstmata, olles eemaldanud ainult õlipanni. Sel juhul tuleb töö ära teha lamades selili mootori all.

Kui aga on vaja soveldada kõiki kepsulaagreid, on otstarbekohasem väntvõll mootorist välja võtta ja siis soveldada kepsulaagrid väntvõllile (joon. 324).

Laagri soveldamisega saavutatakse seda, et laager asetseb väntvõlli tapil ühtlaselt kogu oma pinnaga. Soveldamiseks kaetakse väntvõlli tapp õhukese sinise värvi kihiga *(lapiga peale määrida)*, asetatakse kepsulaager paigale, vaheplekid vahele ja tõmmatakse laagrikaane poldid kõvasti kinni, nii et ikkagi kepsu saab pöörata ümber

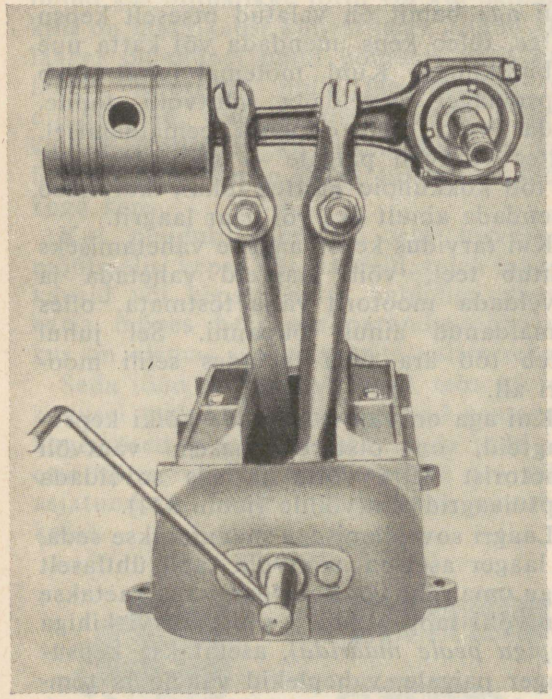


Joon. 326. Kepsu kontrollimine.

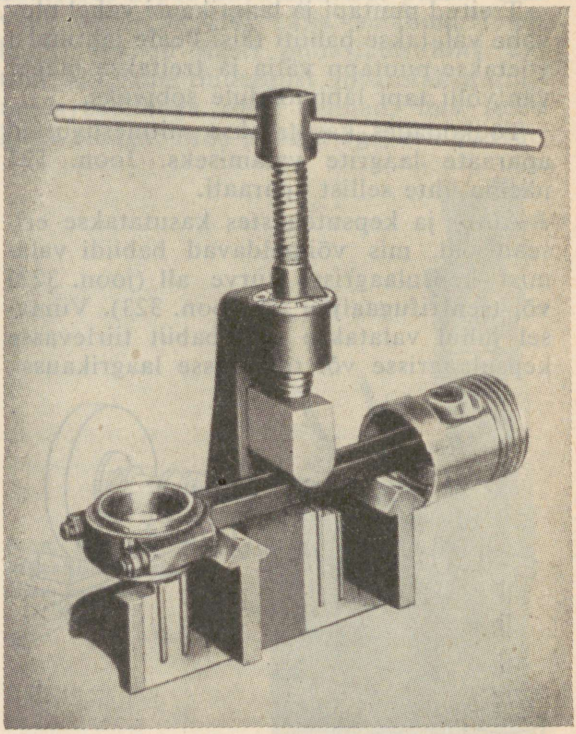
väntvõlli põlve tapi. Kui keps asetseb tapil liiga lõdvalt, tuleb mõned vaheplekid vähemaks võtta. Seejärele keeratakse kepsu paar korda ringi ja võetakse ta väntvõlli küljest lahti. Nüüd näeme, et laager on ebaühtlaselt kattunud sinise värviga. Värviga kaetud pinnaosad on kõrgemad ja puudutasid väntvõlli tappi, s. t. laager kandis ainult nendel kõrgematel kohtadel. Need kõrgemad kohad tuleb kaaprauaga maha võtta ja siis keps uuesti kinnitada väntvõllile. Seda tuleb korrata, kuni viimaks laager asetseb ühtlaselt kogu oma pinnaga väntvõlli tapil. Üksikuid valgeks jäänud väikesi laike ei tarvitse püüda täiesti eemaldada, sest mootori töötamisel lihvuvad need hiljem ise ligi.

Uuesti soveldatud laagrit võib pingutada kõvemini kui juba töötanud laagrit, sest mootori töötamisel kuluvad laagri kõrgemad kohad siledaks, muutes laagri parajaks. Mootori sissesõitmisel ei tohi sõidukiga esimesed 2000 km sõita kiiremini kui 40—50 km tunnis. Peale 2000 km sõitmise on mootor sisse töötanud ja siis võib juba sõita täiskiirusega.

Mõned töökojad kasutavad kepsulaagri soveldamiseks lihvimispastat. Peale pastaga soveldamise tuleb hoolitseda selle eest, et pastaterakesed ei jääks laagri või väntvõlli külge (hästi puhastada), põhjustades hiljem laagri kiiret kulumist ja söövimist.



Joon. 327. Väänatud kepsu õgvendamine.



Joon. 327. Paindunud kepsu õgvendamine.

Kepsude õgvendamine.

Paindunud keps põhjustab mootoris kloppimist ja silindri ühekülgset kiiret kulumist. Keps võib painduda mootori hooletust kokkumonteerimisest. Kepse võib kontrollida, kui nad on kinnitatud väntvõlli külge või kui nad on mootorist välja võetud.

Joon. 325 näeme kepsude kontrollimisviisi, kui kepsud on kinnitatud väntvõlli külge. Silindriplokk on kartri küljest ära võetud ning püstloodis joonlaua abil vaadatakse, kas kepsud pole paindunud.

Mootorist väljavõetud kepse kontrollitakse erilise mõõteriistaga, näidatud joon. 326.

Paindunud või väänatud kepsu õgvendamiseks võib kasutada suuremamõõtmelist rootsi võtit või erilist kepsude õgvendamise pinki (joon. 327).

Korralikult töötavalt kepsult nõutakse, et kepsu silmlaagris asetsev kolvinaga oleks paralleelne väntvõlli põlve tapile, poleks mitte väänatud ning et paigutatuna mootorisse kepsu silmlaager asetseks kolvinaga pesadest võrdses kauguses.

Paindunud või väänatud keps põhjustab mootori korratut töötamist, sest see kutsub esile plahvatussurve läbilaset, mille järelduseks on mootori võimsuse kahanemine; ka põhjustab selline keps suurt õlikulu, kolvi erakordset kulumist või koguni kolbide, kolvirõngaste ja kolvinaga murdumist.

Joon. 328 on näidatud kepsul esinevad korratused:

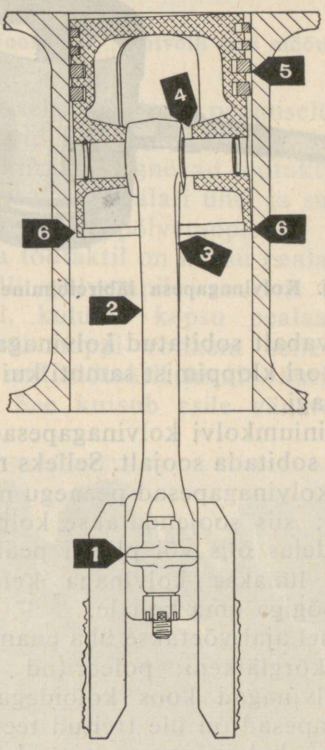
1) viltu sobitatud kepsupealaager,
2) painutatud keps,
3) väänatud keps,
4) kepsu silmlaager ei asu kolvinaga pesade keskkohal,
5) kolb on viltu, viltu puuritud kolvinaga-ava tõttu,
6) kolb on viltu kepsu silmlaagri viltuoleku tõttu

Kepsude kontrollimise ülesanne on määrata need puudused, et neid saaks kõrvaldada. Vastasel korral võib mootori remont osutuda asjatuks.

Et kepsud satuksid mootori kokkumonteerimisel oma endisele kohale, tuleb nad mootori lahtimonteerimisel nummerdada (joon. 329).

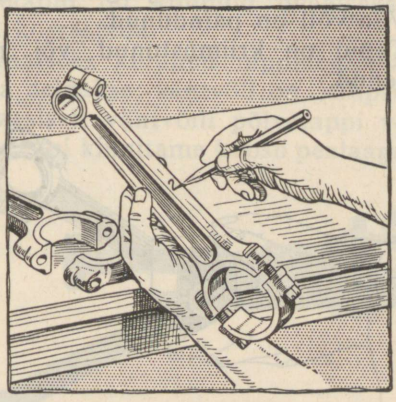
Kolvinaga vahetamine.

Kulunud kolvinaga (kolvisõrm) põhjustab mootoris kloppimist. Seepärast tuleb kulunud kolvinaga uuendada. Kolvinaga, mis õõtsub pronkspussides *(vaata lk. 33)*, tuleb sobitada pussidesse niivõrd tihedalt,



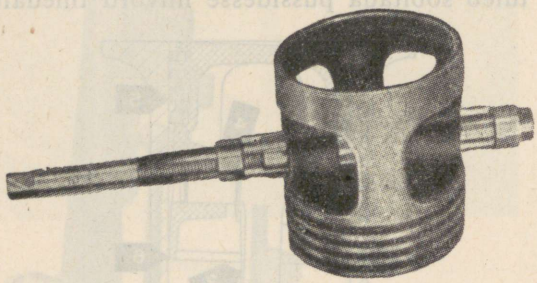
Joon. 328. Kepsul esinevaid korratusi.

et keps oma raskuse tõttu alla ei vajuks, vaid langeks alla ainult siis, kui talle antakse järsk hoog (joon. 331). Pusse aidatakse nii palju reibalitega järele, kuni saavutatakse vajalik tihedus kolvinaga ja pussi vahel.



Joon. 329. Kepsud mootori lahtimonteerimisel nummerdada.

Kui kolvinaga on sobitatud liiga pinguli, siis pole kolvinaga ja pussi vahel ruumi õlikihi jaoks, mistõttu sinna ei pääse õli; puudulik õlitus aga põhjustab sööbimist kolvinaga ja pussi vahel.



Joon. 330. Kolvinagapesa läbireibimine reibaliga.

Liiga vabalt sobitatud kolvinaga põhjustab mootori kloppimist samuti kui kulunud kolvinagagi.

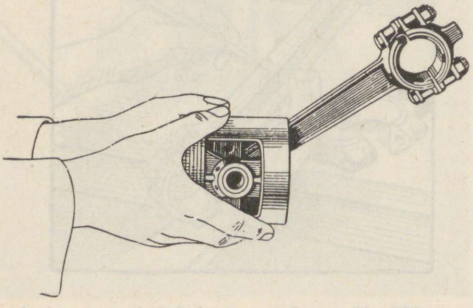
Alumiiniumkolvi kolvinagapesadesse tuleb naga sobitada soojalt. Selleks reibitakse külmad kolvinagapesad peaaegu naga läbimõõduni; siis soojendatakse kolbi keevas vees, vedelas õlis või plaadi peal lahtisel tulel ja lüüakse kolvinaga kerge puithaamrilöögiga oma kohale.

Viimasel ajal võetakse üha enam kasutamisele kõrgläikeni poleeritud välispinnaga kolvinagad koos kolbidega, milles kolvinagapesad on üle treitud teemandiga, mis annab kolvinagapesa pussidele täiesti sileda pinna. Need kolvinagad sobitatakse nii vabalt kolvinagapesadesse, et nad sealt oma raskusel saavad välja langeda. Seega on jäetud naga ja pussi vahele küllaldane vahe õli jaoks.

Väntvõlli rikkeid ja ta korrastamisest.

Väntvõllil võime leida järgmisi rikkeid:

a) Väntvõll on paindunud.
b) Tapid on kriimustunud või mõranenud.



Joon. 331.

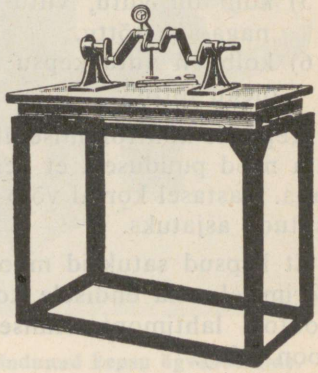


Joon. 332. Kolvi soojendamine enne kolvinaga kohalepanemist.

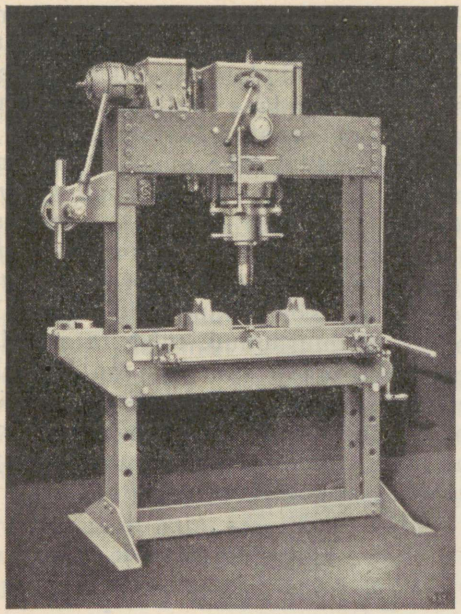
c) Tapid on kulunud ovaalseks.
d) Väntvõlli põlved on väänatud valesse asendisse.
e) Hooratta kinnistusäärik on paindunud.
f) Väntvõll on murdunud.

Väntvõll võib painduda halvasti sobitatud või kulunud raamlaagri tõttu. Paindunud väntvõll kutsub töötamisel esile vibreerimist, mis põhjustab väntvõlli laagrite ja tappide kiiret kulumist. Väntvõlli vibreerimine kandub edasi kepsudele ja kolbidele, suurendades ka silindrite kulumist. Seepärast ei tohi kunagi paindunud väntvõlli monteerida mootorisse.

Väntvõlli paindumust mõõdetakse täpse mikromeetriga (joon. 333). Kui väntvõll



Joon. 333. Väntvõlli läbipaindumuse mõõtmine.

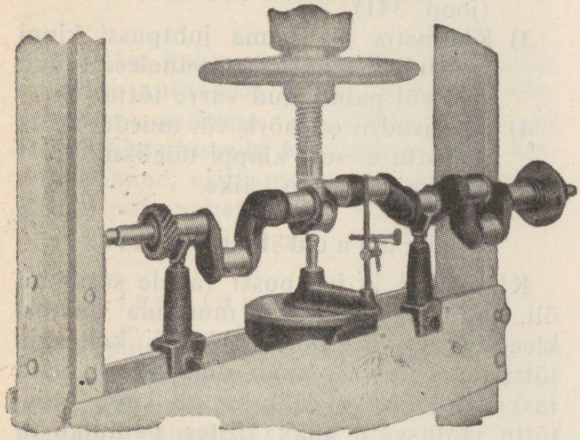


Joon. 334. Hüdrauline press.

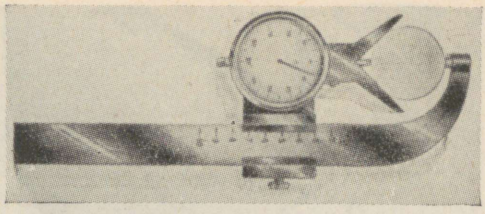
osutub paindunuks, õgvendatakse ta hüdraulilise pressi all (joon. 335).

Kepsu- ja raamlaagreid ei tohi sobitada kriimustunud või mõranenud väntvõlli tappidele, sest kriimustunud või mõranenud tapp kulutab laagrid kiiresti läbi ning võib põhjustada laagrite sulamist.

Väntvõlli kriimustused võivad tekkida mustuseterakesist, mis koos õliga satuvad laagritesse, või sulanud kepsulaagritest. Väikesi kriimustusi võib väga peene viiliga välja viilida ning puhastada peene smirgelviiliga. Suuremaid kriimustusi saab kõrvaldada lihvimise teel, mis toimub samuti kui ovaalsete tappide korrastaminegi.



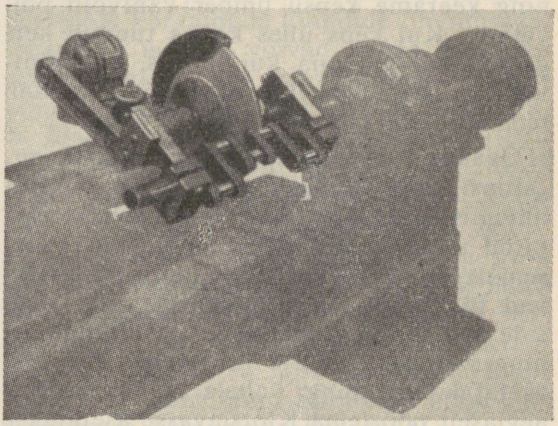
Joon. 335. Väntvõlli õgvendamine hüdraulise pressi all.



Joon. 336. Väntvõlli tapi mõõtmine.

Ovaalseks kuluvad peamiselt väntvõlli põlvetapid, sest mootori töötamisel üksteisele kiiresti järgnevad töötaktid suruvad kepsu pealaagrit alati ühel ja samal kohal vastu väntvõlli põlvetappi.

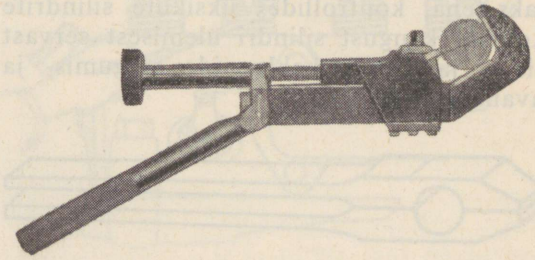
Kuna töötaktil on kepsu pealaagri surve väntvõlli põlvetapile suurem kui teistel taktidel, kulutab kepsu pealaager väntvõlli põlvetappi rohkem sellest kohast, kus ta end töötaktil surub väntvõlli põlvetapile. See kutsub esile väntvõlli põlvetapi kulumist ovaalseks. Kui väntvõlli põlvetapid on kulunud ovaalseks, tuleb need korrastada.



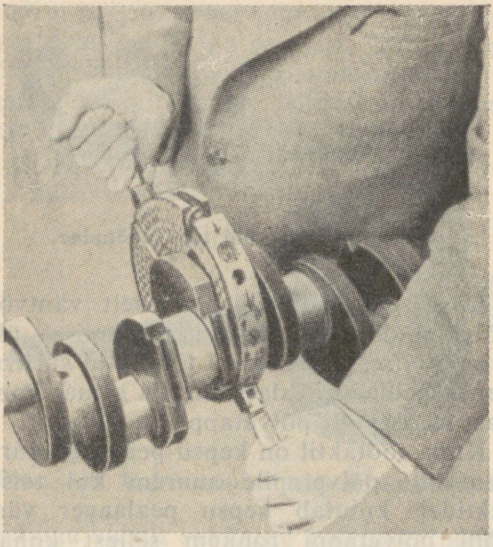
Joon. 337. Väntvõlli ellipsi väljavõtmise pink.

Ovaalseks kulunud tappidega väntvõlli kohta öeldakse: väntvõll on „ellipsis".

Ovaalselt väntvõlli põlvetappi võib ära tunda, kui kinnitame kepsu pealaagri tapile



Joon. 338. Aparaat väntvõlli ellipsi kõrvaldamiseks.

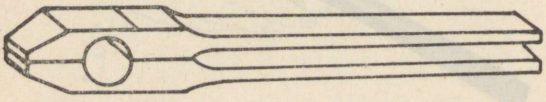


Joon. 339. Väntvõlli ellipsi väljavõtmise aparaat.

ning keerame kepsu ümber väntvõlli põlvetapi. Kui keps ühes kohas tundub kergemini keeratavana kui teistes, siis väntvõll on ovaalne. Täpset mõõtmist saab teostada mikromeetriga (joon. 336).

Ovaalse väntvõlli tapi korrastamist, nn. „ellipsi väljavõtmist", teostatakse erilistel lihvimispinkidel (joon. 337) või selleks ehitatud tööriistadega (joon. 338, 339). Väiksemates töökodades, kus puuduvad vastavad tööriistad, võetakse ellips välja klotside abil (joon. 340). Need klotsid on puust ning sarnlevad suurte tangidega. Väntvõll asetatakse treipingi vahele ning pannakse aeglaselt pöörlema. Klotsiavasse asetatakse hästiõlitatud smirgelriie ning haaratakse sellega väntvõlli tapp. Klotside kergel kokkupigistamisel smirgelriie lihvib tapi kõrgemad kohad maha, muutes tapi ümarguseks. Arusaadav on, et see ümardamisviis pole nii täppis, kui selle töö tegemine eritööriistaga; kuid seda viisi kasutatakse rohkesti väikestes töökodades oma odavuse tõttu.

Väntvõlli väänatust on võimalik kindlaks teha, kontrollides üksikute silindrite kolbide kaugust silindri ülemisest servast sisse- ja väljalaskeklappide sulgumis- ja avanemismomentidel.



Joon. 340. Väntvõlli ellipsi väljavõtmise klotsid.

Hooratta kinnistusääriku paindumust kontrollitakse treipingil. Kui kinnistusäärik osutub paindunuks, tuleb ta kerge laastuga üle treida. Vastasel korral hooratas „viskab" mootori töötamisel.

Harva ettetulev rike on väntvõlli murdumine. See võib olla tingitud väntvõlli materjalist, mootori järsust koormamisest suurtel tiirudel *(näit. järsust mootorsõiduki paigaltvõtmisest, kui mootor töötab täistiirudel)* ja kolvi kinnipõlemisest. Kui väntvõll on murdunud, tuleb ta asendada uuega. Murdunud väntvõlle on ka kokku keevitatud, kuid keevitamise tagajärjel kaotab väntvõll oma vastupidavuses ning tasakaalus, muutudes ohtlikuks tagasipaigutamiseks mootorisse.

Klappide rikkeid.

Ebatihedad klapid.

Klappide ebatihedus väljendub mootori võimsuse languses, aeglasemas kiiruse juurdevõtmises ning ebakorrapärases töötamises eriti aeglasematel tiirudel. Klappide ebatihedus võib olla tingitud järgmistest põhjustest:

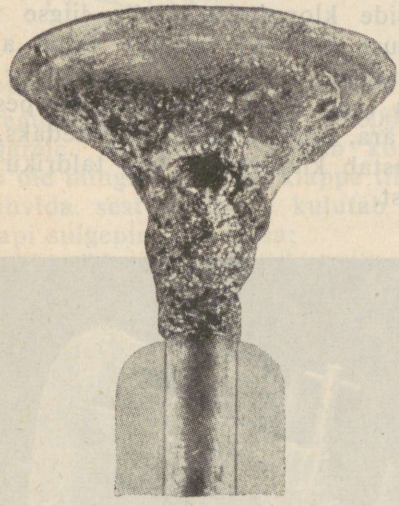
1) Sulgepind on ebatihe: a) Tahmaosakesed on sattunud klapi sulgepinna ja pesa vahele, mis ei võimalda klapi sulgumist. b) Klapi sulgepind ja pesa on kulunud karedaks; seda esineb peamiselt väljalaskeklapil. c) Klapipesa on liiga kulunud. d) Klapi sulgepinnas või klapipesas on praod. e) Loomulik kulumine.
2) Klapivarre külge, taldriku alla, on kogunenud tahma või nõge, mis ei võimalda klapi korralikku sulgumist (joon. 341).
3) Klapivars jääb oma juhtpussi kinni puuduliku õlituse, vahelesattunud nõe või paindunud varre tõttu.
4) Klapivedru on nõrk või murdunud ja seetõttu ei sule klappi täielikult.
5) Paisumisvahe on väike.

Paindunud klapivars.

Klapivarre ja juhtpussi vahele sattunud õli, tahm ja nõgi võib muutuda niivõrd kleepuvaks või põleda kinni kuumuse tõttu, et klapivars saab oma pussis vaid raskelt liikuda või jääb hoopis kinni, mistõttu jaotusvõlli nükk tõstes painutab ta kõveraks. Kõverdunud klapivart saab õgvendada siledal puitklotsil puithaamri

abil. Klapivars ja puss tuleb puhastada peene smirgelriidega, et klapp saaks jällegi vabalt oma pussis liikuda. Mõnikord aitab mootori töötamaks ajutiselt edasi, kui valada veidi petrooli klapivarre ja pussi vahele. Klapivarre paindumine võib olla tingitud ka mootori ülekuumenemisest. Seepärast vaja kontrollida mootori jahutusseadet.

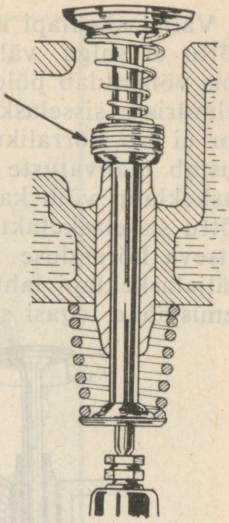
Kulunud sisselaskeklappide varred ja juhtpussid võimaldavad sisselaske ajal liigset õhu pääsemist silindrisse, muutes küttesegu lahjaks. Seetõttu tühikäigul mootor töötab ebakorrapäraselt ning jätab plahvatusi vahele. Siin ei aita muu kui juhtpusside uuendamine. Ajutiselt saab end aidata sellega, et paigutatakse klapivarrele tihedalt istuv seib (joon. 342). Väikese vedru abil surutakse see seib vastu juhtpussi. Seega takistatakse lisaõhu pääsemist läbi kulunud juhtpussi. Neid seibe müüakse autoosade ärides. Kulunud juhtpussi remontimise edasilükkamiseks on sellise tihendusseibi kasutamine väga otstarbekohane, eriti mootoritel, mille juhtpussid pole vahetatavad, vaid on valatud ühes silindrite plokiga.



Joon. 341. Nõetunud klapp.

Klappide kloppimine.

Klappide kloppimist ehk nn. „klappide klõbinat", mis meenutab vana kulunud õmblusmasina töötamist, esineb liiga suure klappide paisumisvahega mootoreil. Vaja klapid reguleerida vastavalt vabriku eeskirjadele.



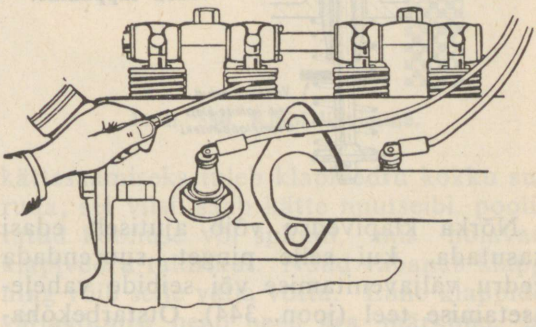
Joon. 342. Klapi tihendusseib.

Klapi kare sulgepind ja pesa.

Klapi kare sulgepind põhjustab mootoris survekadu ja mootori võimsuse langust. See tuleb kõrvaldada klappide lihvimisega. Sulgepind ja pesa võivad minna karedaks kas põlemisest või kloppimisest. Sulgepind ja klapp põlevad karedaks seepärast, et klapp ei sulgunud korralikult *(liiga väike paisumisvahe)*, jättes klapi sulgepinna kuumade gaaside mõju alla. Seda esineb peamiselt väljalaskeklappidel. Kloppimisest muutub klapi sulgepind ja pesa siis karedaks, kui mootoris põlev õli jätab järele tahma- või koksiterakesi, mis jäävad klapi sulgumisel klapi vahele. Klapi löökide tõttu vastu pesa peksavad klapi vahele sattunud tahmaterakesed klapi sulgepinna ja pesa pinna karedaks.

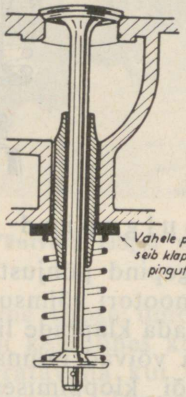
Katkine või nõrk klapivedru.

Nõrk või katkine klapivedru põhjustab mootori kloppimist, mis on tingitud sellest, et vedru ei hoia tõukurit jaotusvõlli nükkseibi vastas, mistõttu nükk satub löögiga vastu tõukurit.



Joon. 343. Vigase klapivedru määramine.

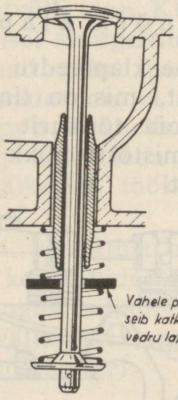
Väljalaskeklapi nõrga või katkise vedru tõttu ei sulgu väljalaskeklapp täielikult, mis võimaldab põlemisjääkide tagasipääsu silindrisse sisselasketaktil. Seetõttu mootor ei saa korralikult põlevsegu, mis põhjustab plahvatuste vahelejäämisi. Väljalaskeklapp võib katkise või nõrga vedru tõttu sisselasketaktil avaneda silindris valitseva hõrenduse tõttu. Hõrendus imeb väljalaskeklapi lahti ning selle kaudu põlemisjääke tagasi silindrisse.



Joon. 344. Klapivedru pingutamine.

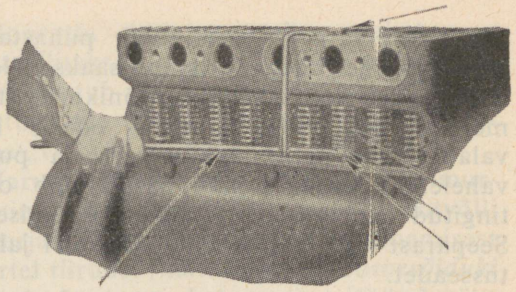
Sisselaskeklapi nõrga või katkise vedru tõttu ei sulgu sisselaskeklapp täielikult. See võimaldab töötakti ajal kuumade gaaside pääsemist silindrist sisselasketorustikku ja karburaatorisse, nn. tagasilööki.

Nõrka vedru võib hõlpsasti kindlaks teha kruvikeeraja abil. Töötaval mootoril tuleb kruvikeeraja suruda klapivedru vahele (joon. 343) ning sellega kangutades suurendada vedru pinget. Kui mootori tiirlemine muutub seetõttu korralikumaks, on vigane vedru leitud.



Joon. 345. Klapivedru lappimine.

Nõrka klapivedru võib ajutiselt edasi kasutada, kui selle pinget suurendada vedru väljavenitamise või seibide vaheleasetamise teel (joon. 344). Otstarbekohasem on igatahes nõrga vedru uuendamine.

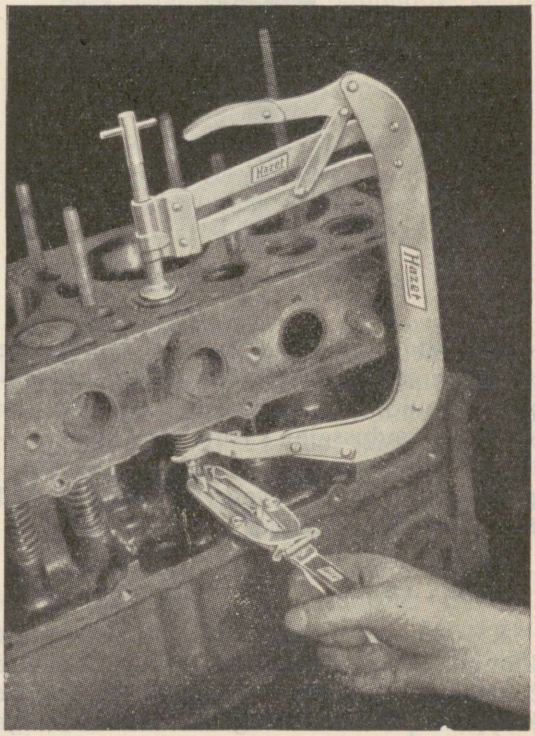


Joon. 346. Klapivedru kokkusurumine.

Murdunud klapivedru võib ajutiseks kasutamiseks parandada, asetades murdunud kohale vedru vahele seibi või keerates vedru terved otsad vastamisi (joon. 345).

Liiga tugev klapivedru.

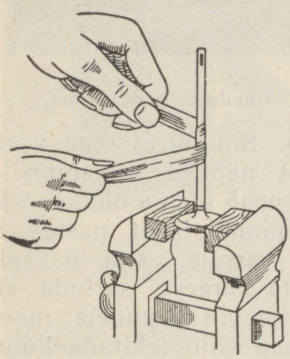
Liiga tugev klapivedru põhjustab asjatut klappide kloppimist. Selle liigse vedrutugevuse kokkusurumiseks kulub asjatult osa mootori võimsusest. Liiga tugev klapivedru taob klapi sulgepinna ja pesa kiiresti ära, muutes selle ebatihedaks, ning põhjustab klapivedru või taldriku murdumist.



Joon. 347. Klapivedru kokkusurumine.

Klappide lihvimine.

Mootori võimsus ja korralik töötamine sõltub suuresti klappide seisukorrast. Seepärast peab jõuvankrijuht vahetevahel juhtima tähelepanu mootori klappidele, neid kontrollima ning tarviduse korral reguleerima ja korrastama. Klappide korrastamine seisneb peamiselt nende lihvimises ja puhastamises.



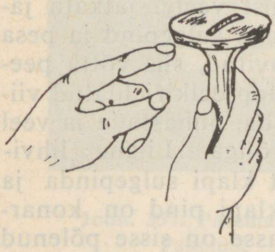
Joon. 348. Klapivarre puhastamine smirgelriidega.

Klappide lihvimist tuleb ette võtta:

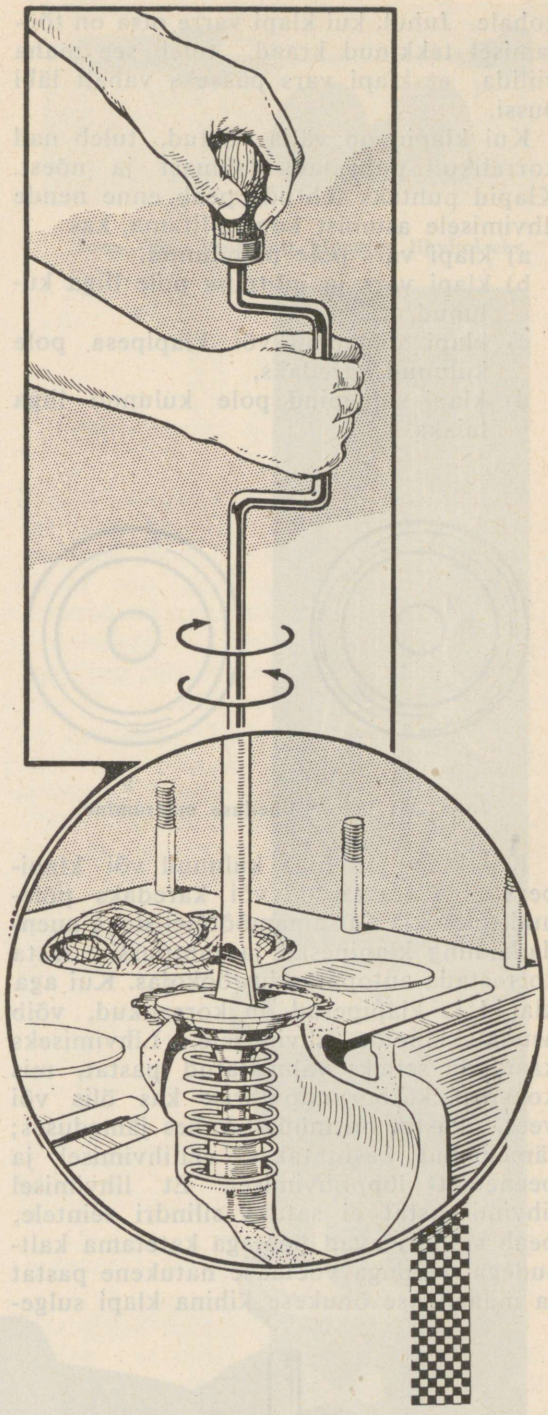
1) regulaarselt umbes iga 15 000 km sõidu järele. Kui mootor töötab korralikult, ei ole mingit tarvidust klappe tihedamini lihvida, sest lihvimine kulutab asjatult klapi sulgepinda ja pesa;

2) kui klapid on muutunud ebatihedaks, mis väljendub mootori võimsuse languses, korratus töötamises tühikäigul ja aeglases kiiruse juurdevõtmises.

Asudes klappide lihvimisele, tuleb vesi mootoriplokist ja radiaatorist välja lasta, süüteküünlad välja keerata, mootoriploki kaas maha võtta ja mootoriploki kaanetihend ära panna. Seejärele mootor korralikult puhastada tahmast ja nõest, jälgides seejuures, et mustus ei satuks silindrisse, veesärki või poldiaukudesse. Selle vältimiseks katta kõik avad kaltsudega. Kui klappide kattekaaned on kõrvaldatud ning mootor puhas, tuleb klapivedrud maha võtta. Klappide mahavõtmiseks on olemas eritööriistad, klapitangid ja kangid, vastavalt mootori tüübile. Klapivedrude



Joon. 349. Lihvimispasta määrimine klapile.



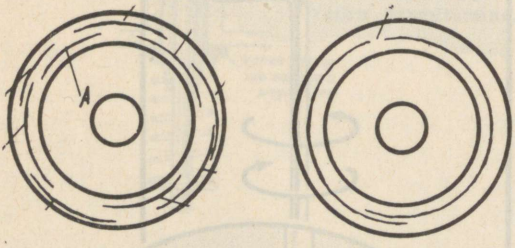
Joon. 350. Klapi lihvimine.

kättesaamiseks tuleb klapivedru kokku suruda; sel viisil saab kätte nuutseibi, poolitatud koonuse või splindi, mis hoiavad klapivedru taldrikut. Nüüd vabaneb klapp ning võib selle välja võtta. Enne klappide väljavõtmist peab need ära märkima, et tagasipanemisel iga klapp satuks omale

kohale. Juhul, kui klapi varre otsa on töötamisel tekkinud kraad, tuleb see maha viilida, et klapi vars pääseks vabalt läbi pussi.

Kui klapid on välja võetud, tuleb nad korralikult puhastada tahmast ja nõest. Klapid puhtaks tehtud, peab enne nende lihvimisele asumist kontrollitama, kas

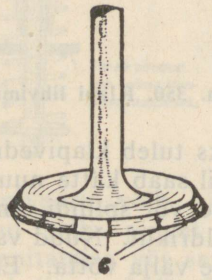
a) klapi vars pole paindunud,
b) klapi vars ja juhtpuss pole liiga kulunud,
c) klapi sulgepind või klapipesa pole kulunud karedaks,
d) klapi sulgepind pole kulunud liiga laiaks.



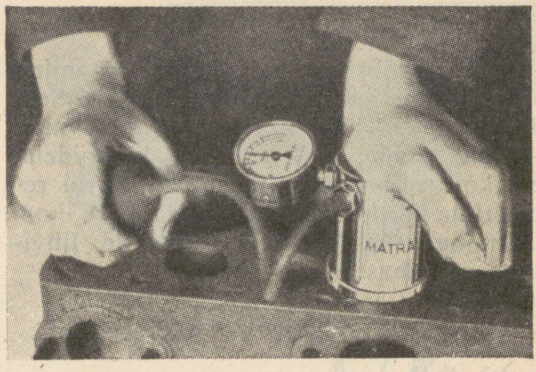
a b

Joon. 351. Klapi tiheduse määramine.

Kui klapp on liiga kulunud või klapipesa liiga ära taotud või karedaks põlenud, tuleb klapid samamõõtmelistega uuendada ning klapipesad ja juhtpussid lasta korrastada autoparandustöökojas. Kui aga klapid ja klapipesad on korralikud, võib asuda klappide lihvimisele. Lihvimiseks kasutada selleks valmistatud pastat, mis koosneb karborundpulbrist kas õlis või vees. Pastat on müügil kahes jämeduses; jämedamat kasutatakse eellihvimisel ja peenemat lõpplihvimisel. Et lihvimisel lihvimispastat ei satuks silindri seintele, peab silindri avad hoolega katetama kaltsudega. Näpuga võetakse natukene pastat ja määritakse õhukese kihina klapi sulgepinnale (joon. 349). Siinjuures olgu veelkord rõhutatud, et näpuga sulgepinnale määritav pastakiht peab olema õhukene ja ühtlane kogu sulgepinnal ja et pastat ei tohi sattuda klapi varrele. Kui paksult määrida, võib pasta kergesti sattuda silindri seinale, pussile või muudele mootori osadele, kus see võib tekitada kulumist mootori töötamisel. Pastaga sissemääritud klapp tuleb asetada oma pessa, pannes enne seda klapi alla töö hõlbustamiseks peenike vedru (joon. 350), mis on suuteline kergitama klappi pesalt 1 cm võrra üles.

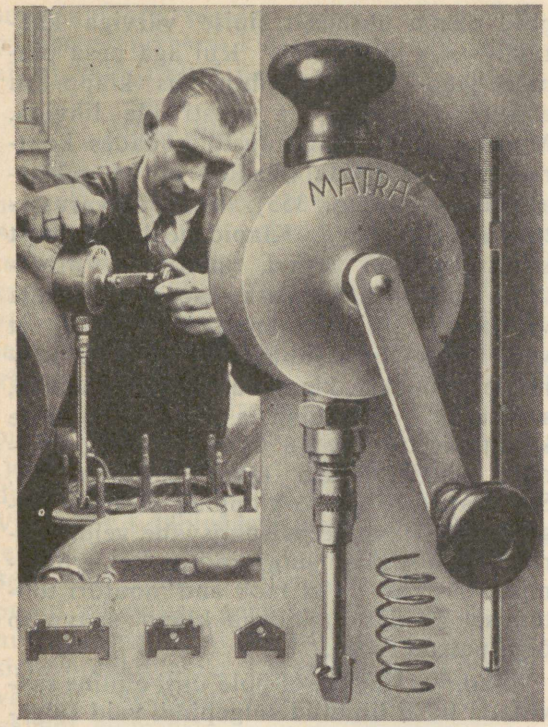


Joon. 352. Klapi tiheduse määramine pliiatsijoonte abil.

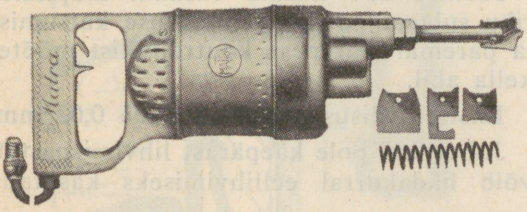


Joon. 353. Klapi tiheduse proovimine.

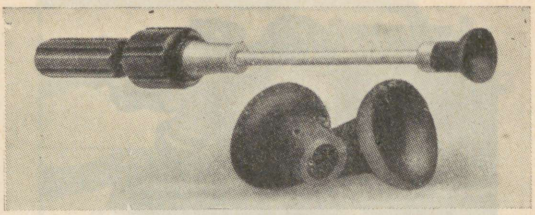
Nüüd võetakse klapilihvimisvänt, kruvikeeraja või olenevalt klapipeast mõni muu selleks määratud eritööriist, surutakse kergelt klapile ning keeratakse klappi oma pesal edasi-tagasi mõne sekundi vältel *(lihvitakse)*. Klappi ei tohi lihvimisel tiirutada, sest siis võivad lihvimispasta terakesed tekitada sulgepinda ümberkeeru sügavaid kriimustusi. Mõne sekundi järele katkestatakse lihvimine ning kergitatakse lihvimisvänt, mis võimaldab klapi alla paigutatud vedrul kergitada klappi pesast. Keeranud klapi veerandringi võrra edasi, jätkatakse lihvimist. Sel viisil klappi veerandringihaaval edasi keerates jätkata lihvimist, kuni klappi on keeratud 2 kuni 3 täistiiru. Seejärele klapp välja võtta, klapi sulgepind ja klapipesa pastast puhastada ja kontrollida, kas kogu sulgepind ja pesa on ühtlaselt lihvitud. Kui lihvimine pole ühtlane, tuleb lihvimist veelgi jätkata jämeda pastaga. Kui aga sulgepind ja pesa on üleni ühtlaselt lihvitud, siis võtta peenemat pastat ning klapp eelkirjeldatud viisil veel kord üle lihvida, puhastada ja veel üle lihvida puhta õliga. Liigne lihvimine kulutab asjatult klapi sulgepinda ja klapipesa. Kui aga klapi pind on konarlikuks põlenud või tasse on sisse põlenud



Joon. 354. Klappide käsitsilihvimise aparaat.



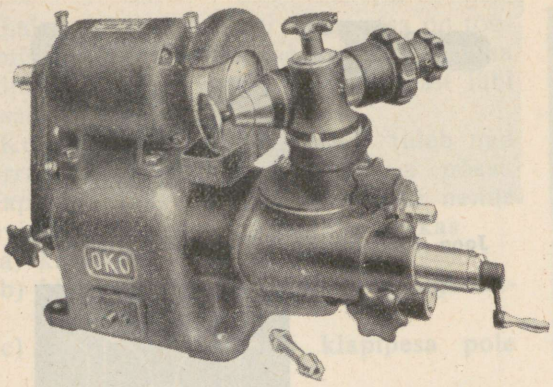
Joon. 355. Klappide elektriliselt lihvimise aparaat.



Joon. 356. Iminäpits klappide lihvimiseks.

lohke, mis lihvimisel nii kergesti ei kao, siis on otstarbekohasem klapp asendada uuega.

Joon. 357. Paremal — klapipesa sulgepinna kontsentrilisuse kontrollimine mõõtekellaga.
Pahemal — klapi sulgepinna kontsentrilisuse kontrollimine mõõtekellaga.



Joon. 358. Kareda klapi smirgeldamine.

Peale sellist klappide lihvimist peab neid korralikult puhastatama kas bensiiniga või petrooliga, samuti ka klapipesad, juhtpussid ja kõik osad ümberringi, mis võisid pastaga kokku puutuda. Pasta karborundterakesed, sattunud silindrisse, kriimustavad selle peegelpinda; seepärast peab puhastamisel oldama eriti hoolas.

Korralikult lihvitud klapi tunnuseks on ühtlane hallikasmatt sulgepind. Kui vaadata sulgepinda, hoides klappi seejuures nurgi vastu valgust, peavad üksikud läikivad jooned, mis klapi kokkupuutepinnal pesaga näha, üksteist katma (joon. 351/a); siis klapp on tihe. Kui aga läikivad jooned ei kata üksteist ja jätavad vahed vahele (joon. 351/b), siis klapp on ebatihe ja teda tuleb uuesti lihvida.

Klappide lihvimistöö hõlbustamiseks ja kiirendamiseks on ehitatud mitmesuguseid tööriistu. Joon. 354 näeme käsipuurmasina taolist aparaati klappide lihvimiseks, mis lihvimisel käsivända ühesuunalisel tiirutamisel liigutab klappi edasi-tagasi ja pöörab kindlate ajavahemikkude järele klappi ¼ ringi kaupa edasi.

Joon. 355 näeme elektrilist klapilihvimise aparaati.

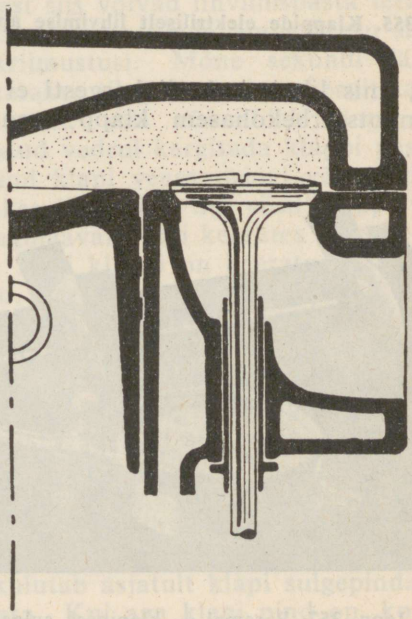
Klapi tihedust võib määrata järgmiselt: klapi sulgepinnale tõmmatakse pehme pliiatsiga jooned 10—12 mm vahemaaga (joon. 352). Asetanud klapi oma kohale surutakse ta tugevasti oma pesale ja pööratakse teda lihvimisvända abil veerandringi võrra. Kui pliiatsijooned seeläbi kustusid, siis klapp on tihe. Klapi tihedust võib määrata ka sinise värviga. Klapi sulgepind kaetakse ühtlaselt sinise värvi õhukese kihiga ja keeratakse siis klappi oma pesas paari keeru võrra. Kui nüüd klapp välja võtta, peab klapipesa sulgepind olema ühtlaselt sinise värviga kaetud — siis ta on tihe. Kui aga pesa pinnale jääb värvita kohti, siis klapp on ebatihe ning tuleb ta uuesti üle lihvida. Moodsates autoparandustöökodades kontrollitakse klappide tihedust erilise mõõteaparaadiga (joon. 353), mis on varustatud manomeetriga. Klapid peale lihvimist kontrollitud ja leitud tihedatena, asetatakse nad oma pesadesse tagasi; enne aga valatakse klapi varrele tilk mootoriõli, et vars liiguks oma juhtpussis libedalt. Seejärele pannakse klapivedrud oma kohale, surutakse kokku ning asetatakse paigale klapitaldrikud. Peale mootori kokkupanemist reguleeritakse klapi paisumisvahe. Soovitatav on peale klappide lihvimist reguleerida klappide paisumisvahe veidi suuremaks, sest klapi sulgepind on peale lihvimist alles kare ja ta taob end mootori töötamisel siledaks, millega klapp saavutab õige paisumisvahe.

Klappide lihvimisel pole üksi oluline saavutada hästi lihvitud sulgepind, vaid sulgepind peab ka olema täiesti kontsentriline klapi varre teljega.

Joonisel 357 näeme vasakul klapitaldriku sulgepinna kontsentrilisuse katsumist ja paremal klapipesa kontrollimist mõõtekella abil.

Ekstsentrilisus ei tohi ületada 0,02 mm.

Juhul, kui pole käepärast lihvimispastat, võib hädakorral eellihvimiseks kasutada



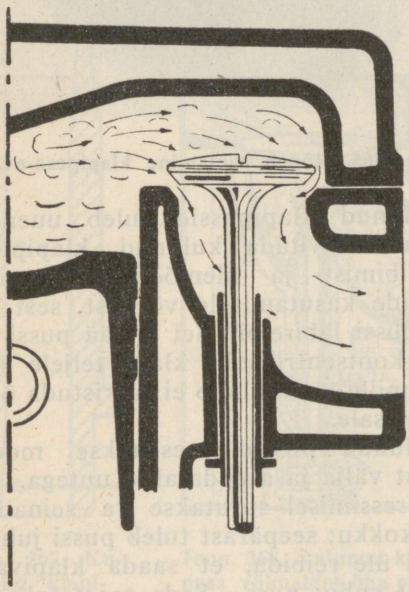
Joon. 359. Korralikult istuv klapp.

smirgelpulbrit segatult õliga ja järellihvimiseks peenikesest klaastolmust või pimsskivist valmistatud pastat.

Liigse lihvimise tulemus.

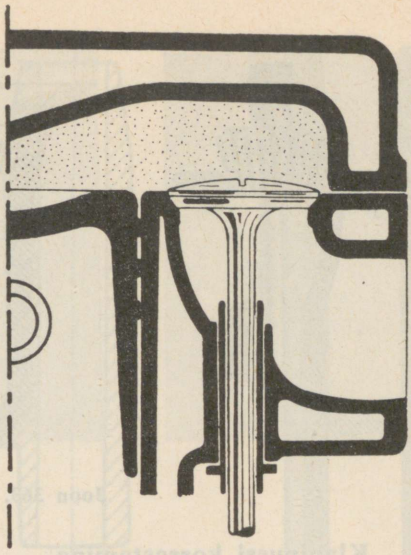
Klappide lihvimist tuleb ette võtta ainult siis, kui selleks on tõeline tarvidus. Asjatu lihvimine kulutab klapipesa kiiresti läbi. Joonisel 359 on näha korralikult istuv klapp. Selliselt istuv klapp võimaldab põlevsegul pääseda silindrisse ja põlemisjääkidel silindrist takistamatult välja (joon. 360).

Sagedase lihvimise tagajärjel kulub klapipesa ning klapp vajub sügavale pessa (joon. 361), mistõttu läbipääsuruum tunduvalt väheneb klapi tõusu samaks jäädes. Vähenenud läbipääsuruumi tõttu on põlemisjääkide väljapääs takistatud (joon. 362). Sügavale vajunud sisselaskeklapi puhul põlevsegu peab voolama üle tekkinud järkme, mis mõjub takistavalt segu sissevoolukiirusele. Tähendab, mootor saab vähem põlevsegu, mistõttu ta annab ka vähem võimsust.



Joon. 360. Põlevsegu takistamatu pääs silindrist välja.

Sissetöötanud klapipesa terav serv võib kuumeneda ning muutuda hõõguvpunaseks, tekitades mootoris enneaegset võõrsüüdet. Vea kõrvaldamiseks tuleb lasta klapipesad töökojas üle freesida. Õige sulgepinna saavutamiseks freesitakse klapipesad üle 15°, 45° või 30° ja 75° freesidega (joon. 363). Klapipesa freesimine

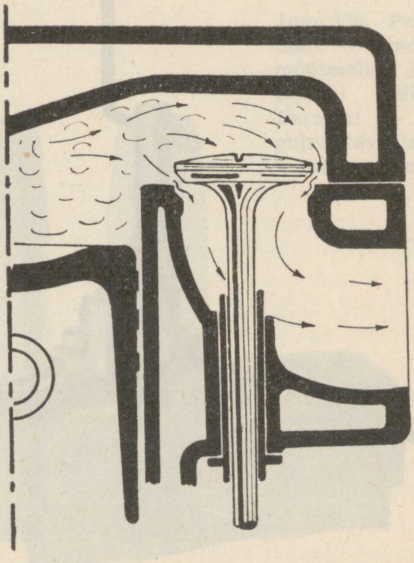


Joon. 361. Liiga sügaval istuv klapp.

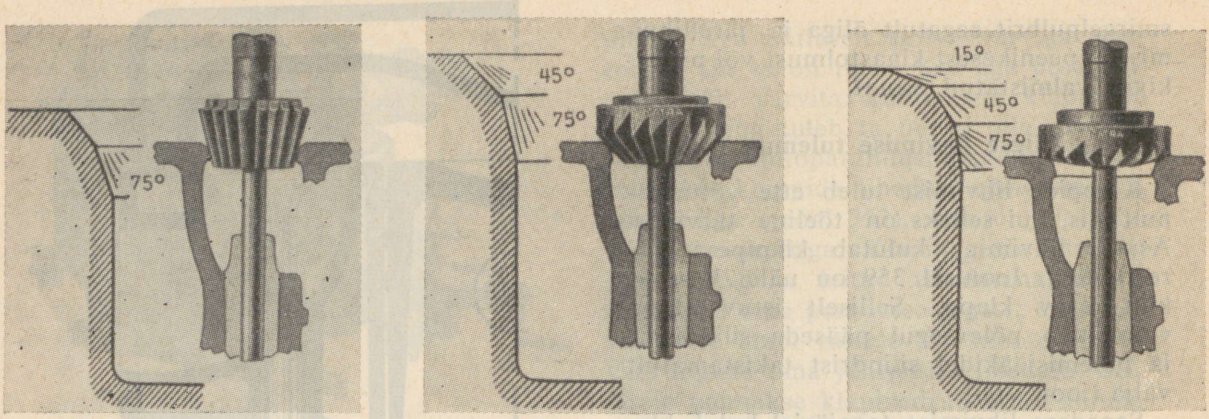
teostatakse kolme võttega. Kõigepealt kasutatakse 75°-list freesi, millega faasitakse klapipesa alumine serv. Selle järele faasitakse 15°-se freesiga klapipesa pealmine serv ja lõpuks kasutatakse 45° või 30°-list (olenevalt klapi sulgepinna nurgast) freesi klapipesa sulgepinna moodustamiseks.

Kui klapipesad on niivõrd kulunud, et neid ülefreesimisegagi ei saa korrastada, siis võib nendesse freesida sisse soon (joon. 364) ja panna sellesse kõvad klapipesarõngad (joon. 365).

Need tuleb enne klappide lihvimisele asumist vastava smirgelkäiaga üle smirgeldada (joon. 366).



Joon. 362. Põlemisjääkide väljapääs silindrist on takistatud.

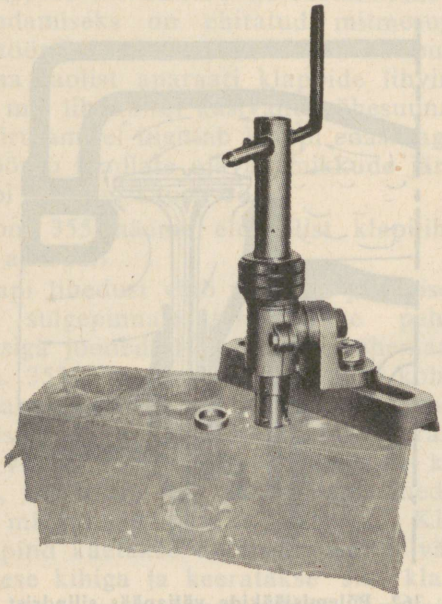


Joon 363. Klapipesade freesimine.

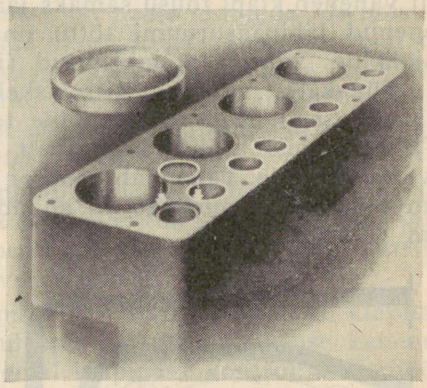
Klapipussi korrastamine.

Mootori töötamisel kuluvad ka klapipussid; seepärast peab iga l klappide lihvimisel kontrollitama ka klapipusse, kas need pole sel määral kulunud, et takistavad klappide korralikku töötamist. Nimelt kuluvad klapipussid ülemisest ja alumisest otsast koonjaks (joon. 367), mille tõttu klapid ei istu õigesti oma pesale, mis põhjustab klappide läbilaskmist ja sulgepinna sissepõlemist kuumade põlemisjääkide toimel.

Ka võimaldab kulunud klapipuss imemistakti ajal lisaõhu pääsemist mootorisse (joon. 368), mis halvab mootori korralikku töötamist. See annab end tunda eriti aeglastel tiirudel.



Joon. 364. Klapipesa-ava freesimine.



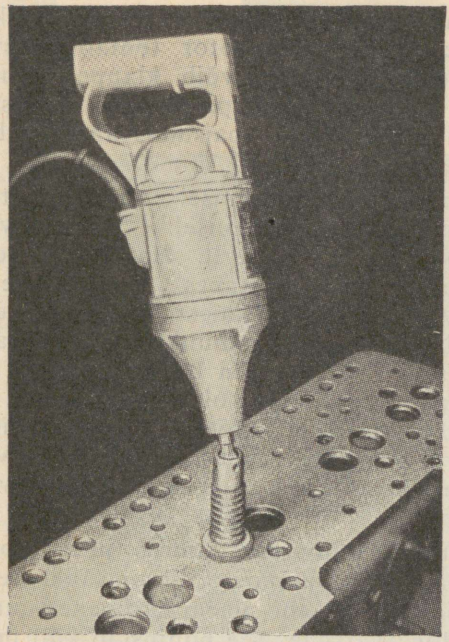
Joon. 365. Rõnga asetamine klapipesa-avasse.

Kulunud klapipussid tuleb uuendada. Ei saa soovitada kulunud klapipusside läbireibimist ja ülemõõduliste vartega klappide kasutamisele võtmist, sest kulunud pussi läbireibimisel ei jää pussi juhtpind kontsentriliseks klapi teljele (joon. 369), mille tõttu klapp ei saa istuda õigesti oma pesale.

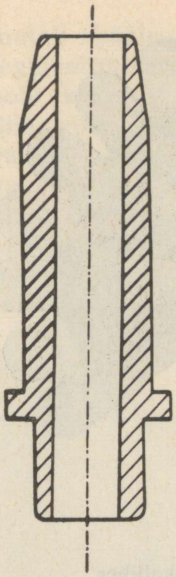
Kulunud pussid pressitakse mootoriplokist välja ja asendatakse uutega. Pussi sissepressimisel surutakse ta seinad natuke kokku; seepärast tuleb pussi juhtpind uuesti üle reibida, et saada klapivarrele täpselt sobiv puss. Seda teostatakse reibalite abil (joon. 370). Neid reibaleid on kindlamõõtmelisi ja reguleeritavaid. Pussi reibimisel tuleb arvestada seda, et pussi ja klapi varre vahele jääks vahe õlikihi jaoks.

Viimasel ajal kasutatakse klapipusse, mis on valmistatud materjalist, mis sisaldab grafiiti. Seega on need pussid osaliselt iseõlituvad. Need pole nii tundlikud puuduliku õlituse vastu. Joon. 371 näeme sellist pussi.

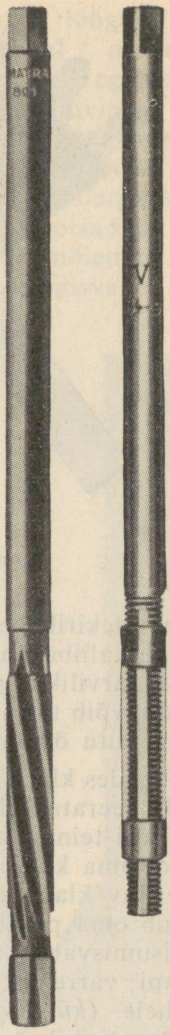
TARTU ÕLIKOOL



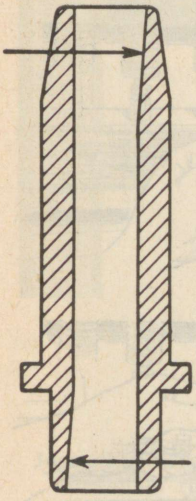
Joon. 366. Kõva klapipesarõnga smirgeldamine.



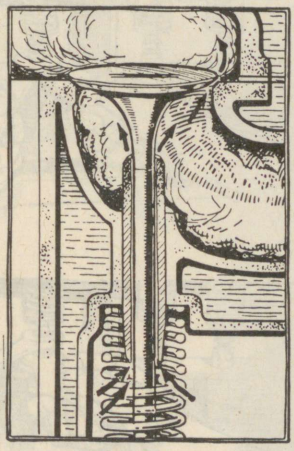
Joon. 369. Kulunud klapipuss ei jää läbireibimisel kontsentriliseks klapiteljega.



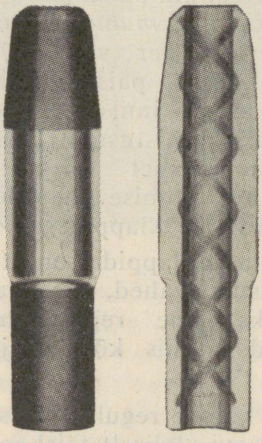
Joon 370. Pahemal — kindlamõõtmeline klapipussi reibal. Paremal — reguleeritav klapipussi reibal.



Joon. 367. Kulunud klapipuss.



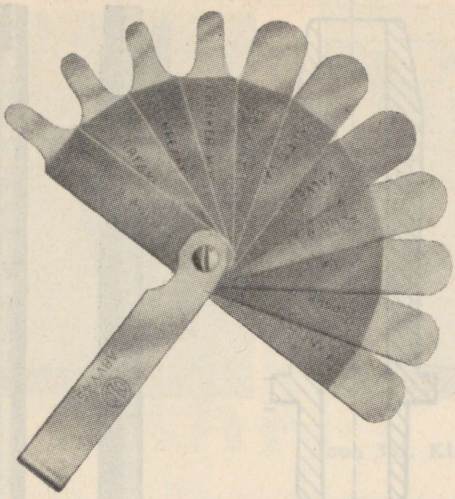
Joon. 368. Kulunud klapipuss võimaldab õhu pääsu mootori silindrisse imitaktil.



Joon. 371. Grafiidi sisaldavusega klapipuss.

Klappide reguleerimine.

Klappe peab reguleeritama kas külmal või töösoojal mootoril, olenevalt vabriku eeskirjast. Ettenähtud paisumisvahe õige suuruse saavutamiseks kasutatakse reguleerimisel pilukaliibreid (joon. 372). Pilukaliiber kujutab enesest mitmesuguse paksu-



Joon. 372. Pilukaliiber.

sega plekiribakeste — kaliibrilehtede kogu. Igale kaliibrilehele on märgitud ta paksus. Kui tarviliku paksusega kaliibrilehte ei leidu, võib tarviliku paksuse saavutamiseks liita mitu õhemat kaliibrilehte.

Asudes klapi reguleerimisele, tuleb väntvõll keerata sellisesse asendisse, et sama silindri teine klapp oleks täielikult avatud, s. o. oma kõrgeimas seisus. Siis on reguleeritav klapp täielikult kinni, s. o. klapp istub oma pesal. Nüüd mõõdetakse klapi paisumisvahe kaliibrilehega, asetades selle klapi varre ja tõukuri reguleerimiskruvi vahele *(külgklappidega mootoril)* (joon. 373). Kaliibrileht peab vähese hõõrdumisega sobima sinna vahele. Kui paisumisvahe on liiga suur *(kaliibrileht mahub vabalt vahele)* ning klapi varre ja kaliibrilehe vahele jääb õhuvahet või kui paisumisvahe on liiga väike *(kaliibrileht ei mahu vahele)*, tuleb tõukuri kinnistusmutter vabastada, tõukuri reguleerimiskruviga paisumisvahe õigeks reguleerida ning kinnistusmutter uuesti kinnitada. Peale kinnistusmutri kinnitamist tuleb paisumisvahet kaliibrilehega uuesti mõõta kontrollimise otstarbel. Seda teha mootori kõikide klappidega.

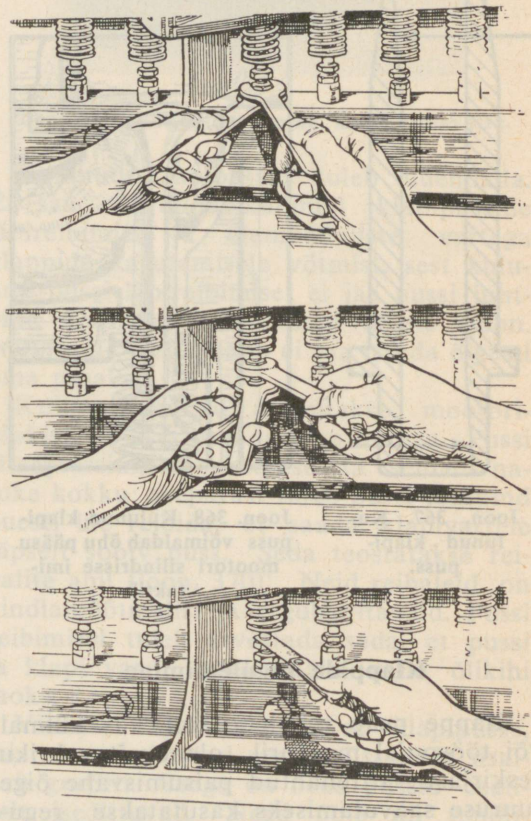
Kui sisse- ja väljalaskeklappidel on ette nähtud erinevad paisumisvahed, siis peab eksimuste vältimiseks enne reguleerima kõik sisselaskeklapid ja siis kõik väljalaskeklapid.

Kui mootor, mille klappe reguleeritakse, ei tööta pidevalt ega evi alaliselt täiskoormatust, võib klappe reguleerida „minimaalse“ vahega, s. o. kaliibrileht peab tugevasti mahtuma klapi varre ja tõukuri vahele. Kui aga mootor töötab pidevalt rasketes tööoludes, võib klappe reguleerida „maksimaalse paisumisvahega, s. o. kaliibrileht peab paisumisvahe vahele mahtuma kergesti.

Kaliibrite puudumisel võib kasutada klappide reguleerimisel paisumisvahe mõõtmiseks ka paberit. Hariliku ajalehepaberi paksus on umbes 0,1 mm. See on igatahes parem kui täiesti umbropsu reguleerimine, kuid loomulikult ei võimalda see sellist täpsust kui kaliibrid, sest ajalehepaberi paksus ei ole täpselt teada, see on 0,075 mm ja 0,15 mm vahel. Visiitkaardi kartongi paksus on 0,3 mm. Võib kasutada ka seda, vastavalt paisumisvahe suurusele.

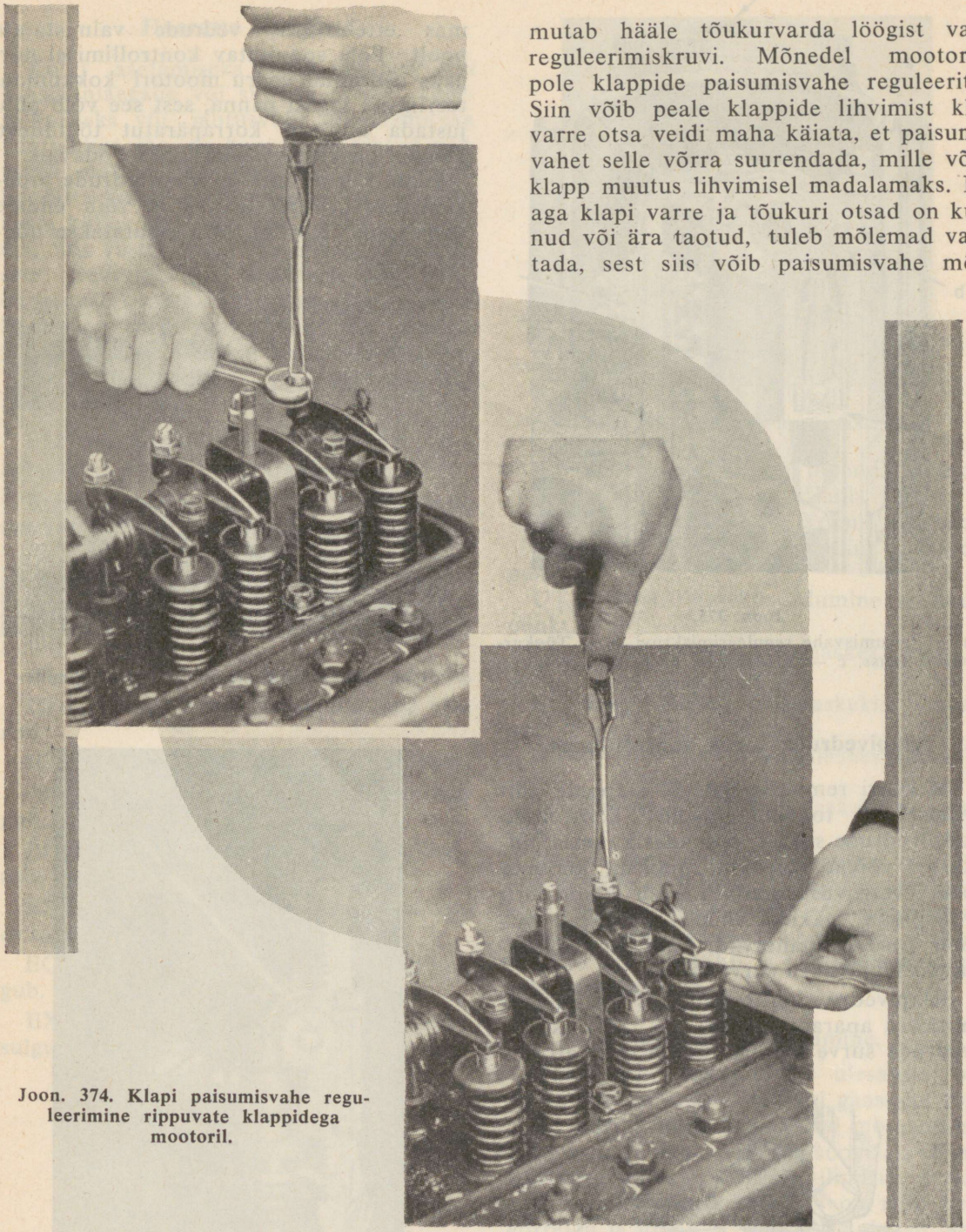
Kui paisumisvahe suurus pole täpselt teada, võib klappide paisumisvahet reguleerides jätta vahe pigem natukene suurem kui liiga väikene. See põhjustab küll mootori klappide kerget kloppimist, kuid kindlustab klappide tiheda sulgumise.

Rippuvate klappidega mootoritel asetseb klappide reguleerimiskruvi harilikult klapi-



Joon. 373. Klapi paisumisvahe reguleerimine ja kontrollimine külgklappidega mootoril.

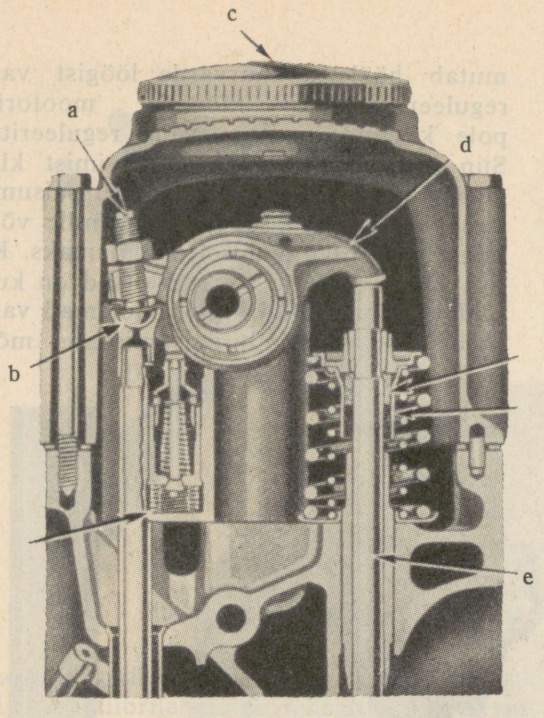
mutab hääle tõukurvarda löögist vastu reguleerimiskruvi. Mõnedel mootoritel pole klappide paisumisvahe reguleeritav. Siin võib peale klappide lihvimist klapi varre otsa veidi maha käiata, et paisumisvahet selle võrra suurendada, mille võrra klapp muutus lihvimisel madalamaks. Kui aga klapi varre ja tõukuri otsad on kulunud või ära taotud, tuleb mõlemad vahetada, sest siis võib paisumisvahe mõõt-



Joon. 374. Klapi paisumisvahe reguleerimine rippuvate klappidega mootoril.

nookuri otsas (joon. 374). See võimaldab head juurdepääsu klappide reguleerimiseks. Mootori vaiksemaks töötamiseks on mõnedel rippuvate klappidega mootoritel klapi tõukurvarda ja nookuri vahel väikene kausikene, millesse suundub klapi reguleerimiskruvi kuulitaoline ots (joon. 375). Mootori töötamisel kaussi sattuv õli summisel eksida (joon. 376). Võib kasutada ka erilisi fiibriga kaetud terasest seibe mittereguleeritavate klappide paisumisvahe vahele asetamiseks, kui paisumisvahe on muutunud liiga suureks.

Reguleerimistöö pole keerukas ega raske, nõuab juhilt vaid natukene hoolt ja täpsust.



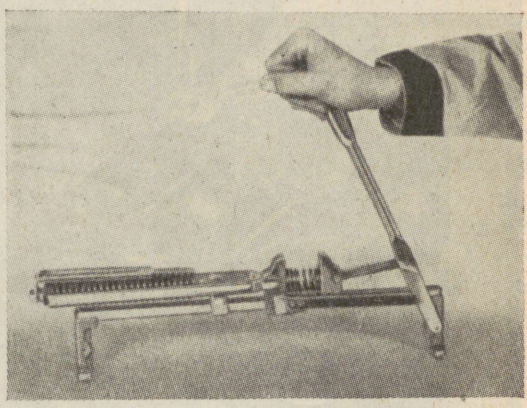
Joon. 375.
a — Paisumisvahe reguleerimiskruvi. b — Tõukurvarda kauss. c — Kattekaane kork. d — Nookur. e — Klapi vars.

Klapivedrude surve kontrollimine.

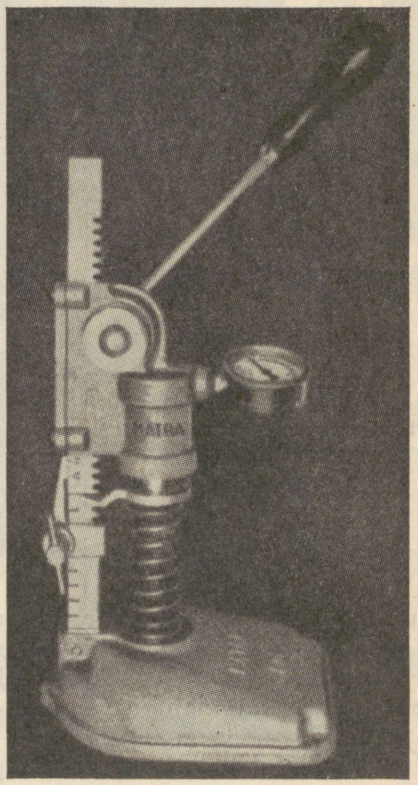
Mootori remontimisel või klappide lihvimisel ei tohiks unustada kontrollida klapivedrude survet. Töötades kuumas olukorras võivad klapid aja jooksul kaotada oma vetruvust. Samuti võib klapivedru välispinda tekkida väikesi praokesi, mis pole otseselt nähtavad, kuid mis põhjustavad klapivedru surve langu.

Klapivedru kontrollimiseks on olemas mitmeid aparaate (joon. 377, 378). Klapivedrude surve suuruse kohta on alati olemas ettekirjutus vedrude valmistajate poolt. Pole soovitatav kontrollimisel nõrgaks osutunud vedru mootori kokkumonteerimisel tagasi panna, sest see võib põhjustada mootori korrapäratut töötamist. Pealegi on klapivedrud hinnalt odavad.

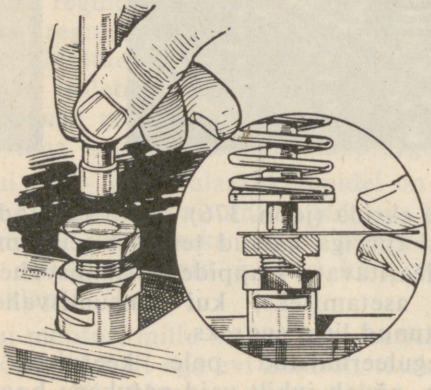
Joon. 379 on toodud klapivedrude proovimisseadis, mille igaüks ise võib endale valmistada. Konksu otsa riputatakse nõutav raskus.



Joon. 377. Klapivedru pinge kontrollimine.



Joon. 378. Klapivedru pinge kontrollimine.



Joon. 376. Kulunud tõukur.

Hooratta märgid.

Kolvi asetamiseks surnudpunkti kas gaasianniaegade või süütemomendi kontrollimiseks või jaotusvõlli ühendamiseks väntvõlliga jne. on hoorattale tehtud vastavad märgid. Kui need märgid ühtivad hooratta kestal oleva märgiga või hooratta kesta küljes oleva osutiga, on kolb seisundis, mis vastab hooratta märgi tähendusele. Suuremal osal nüüdisaja mootoritel on hooratta märkide vaatamiseks hooratta kest varustatud vaateavaga, mis asetseb hõlpsasti ligipääsetaval kohal (joon. 380).

Nõukogude Liidu autodel on hoorattal järgmised märgid:

ВМТ — (верхняя мертвая точка).

НМТ — (нижняя мертвая точка).

Inglise ja ameerika autode hoorattail on märgid, mil on järgmised tähendused:

DC (dead center): surnudpunkt.

TC (top center): ülemine surnudpunkt.

UC (upper dead center): ülemine surnudpunkt.

IO (inlet opens): Sisselaskeklapp avaneb.

IN — O (inlet opens): Sisselaskeklapp avaneb.

IC (inlet closes): Sisselaskeklapp sulgub.

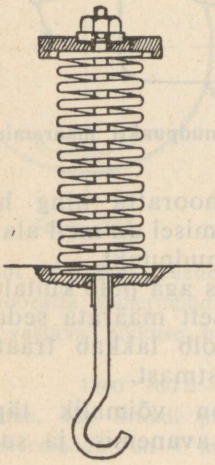
IN — C (inlet closes): Sisselaskeklapp sulgub.

EO (exhaust opens): Väljalaskeklapp avaneb.

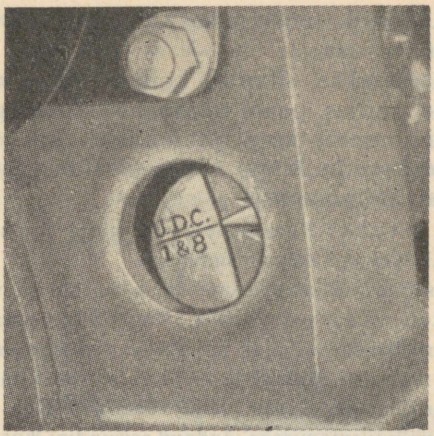
EX — O (exhaust opens): Väljalaskeklapp avaneb.

EC (exhaust closes): Väljalaskeklapp sulgub.

EX — C (exhaust closes): Väljalaskeklapp sulgub.



Joon. 379. Klapivedrude kontrollimisseadis, isevalmistatav.



Joon. 380. Vaateava hoorattakestas.

Arv tähtede ees või järel tähendab silindrit, mille klapi kohta märk käib.

Saksa masinatel leiame järgmisi märke:

OT (oberer Totpunkt): Ülemine surnudpunkt.

UT (unterer Totpunkt): Alumine surnudpunkt.

ES (Einlass schliesst): Sisselaskeklapp sulgub.

EÖ (Einlass öffnet): Sisselaskeklapp avaneb.

AS (Auslass schliesst): Väljalaskeklapp sulgub.

AÖ (Auslass öffnet): Väljalaskeklapp avaneb.

Mõned autovabrikud märgivad hoorattale kõikide silindrite gaasijaotuse märgid, kuid suurem osa mootorite valmistajaid tähendab ära märgiga vaid 1-se silindri ülemise surnudpunkti ja ta väljalaskeklapi sulgumismomendi.

Gaasianni kontrollimine.

Gaasianni kontrollimise ülesanne on jõuda selgusele, kas mootori gaasiand toimub vabriku poolt ettenähtud momentidel või mitte. Kontrollimisel on soovitatav teha märkmed paberile kõikide silindrite gaasianni momentide kohta. Siis on neid hea võrrelda ja jõuda otsusele, kas olevad lahkuminekud on tingitud jaotusvõlli ja väntvõlli hammasrataste valest ühendusest või jaotusvõlli üksikute nükkide või tõukurite ebaühtlasest kulumisest.

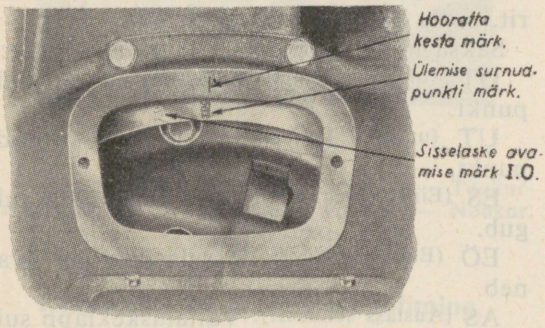
Mootori gaasiandmist on võimalik kontrollida, kui hoorattale on märgitud gaasiannimomendid või kui need on teada auto kasutamisraamatust, remondieeskirjadest või vastavaist tabeleist.

Kontrolli teostamise põhimõte on järgmine:

Asetatakse silindri kolb sellesse asendisse, milles peab toimuma vastav gaasiannimoment, ning vaadatakse, kas selles kolvi asendis klapp tõesti teostab vastavat gaasiannimomenti.

Näiteks: Hoorattale on märgitud 1-se silindri väljalaskeklapi sulgumismoment.

Asetame väljalaskeklapi varre ja tõukuri vahele õhukese siidpaberiribakese. Väntvõlli tiirutamisel paberiribakene on ajal, mil väljalaskeklapp on avatud, tugevasti tõukuri ja klapi varre vahel, mistõttu paberiribakest ei saa välja tõmmata. Kui oleme väntvõlli tiirutamisega jõudnud seisundini, kus väljalaskeklapp sulgub, s. o. istub oma pesale, vabaneb siidpaberiribakene tõmbamisel klapi varre ja tõu-



Joon. 381. Hooratta märgid.

kuri vahelt. See tähistab momenti, mil klapp sulgub. Gaasianni kontrollimisel vaatame, kas siidpaberiribakene vabaneb sel momendil klapi varre ja tõukuri vahelt, kui 1-se silindri väljalaskeklapi sulgumismomendi märk hoorattal satub ühte hooratta kesta märgiga.

Samal viisil võime kontrollida ka sisselaskeklapi sulgumismomenti, kui see on märgitud hoorattale.

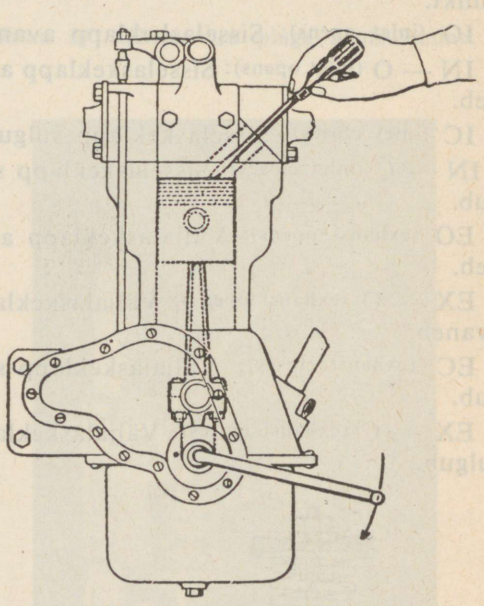
Välja- ja sisselaskeklapi avanemismomenti saame samuti määrata paberiribakesega, kuid avanemismomenti tähistab siin siidpaberiribakese kinnijäämine selle edasitagasi tõmbamisel klapi varre ja tõukuri vahel, sest klapi avanemise algmomendil jaotusvõlli nükk surub tõukuri vastu klapi vart.

Kolvi surnudpunkti määramine.

Gaasianniaegade õigeksseadmisel, süüteseadise mootorile monteerimisel või kontrollimisel ja ka muudel juhtudel esineb tarvidus asetada mootori esimese silindri kolb ülemisse surnudpunkti *(kuid alati ei tarvitse see olla esimese silindri kolb, vaid võib ka mõne teise silindri kolb olla).*

Suuremal osal mootoritel on hoorattale märgitud esimese silindri kolvi ülemise surnudpunkti märk (joon. 381). Kui see ühtib kartriavale tehtud märgiga, siis asetseb esimese silindri kolb ülemises surnudpunktis. Sellise märgi puudumisel aga tuleb kolvi ülemises surnudpunktis seisu moment määrata.

Hõlpus on seda teha traatvardaga läbi süüteküünlaava, kui see asetseb silindriploki kaanes kolvi peal (joon. 382). Kui aga süüteküünal asetseb silindriploki kaane küljel, on kolvi surnudpunkti määramine selle kaudu raskendatud, kui mitte võimatu. Surnudpunkti määramiseks tuleb vastava silindri süüteküünal keerata välja ning asetada läbi süüteküünla ava umbes 20 cm pikkune ja 2 mm läbimõõduline traatvarras nii, et see ulatuks vastu kolvi põhja. Väntvõlli tiirutamisel tõstab kolb traatvarrast üles. Tuleb märkida hooratta seis hooratta kesta suhtes hetkel, mil kolb lakkab traatvarrast kaugemale üles tõstmast. Sel hetkel asetsebki kolb ülemises



Joon. 382. Surnudpunkti määramine.

surnudpunktis ja hooratta ning hooratta kesta märkide ühtimisel on meil alati teada kolvi ülemine surnudpunkt.

See määramisviis aga pole küllalt täpne, sest raske on täpselt määrata seda väntvõlli seisu, mil kolb lakkab traatvarrast kaugemale üles tõstmast.

Surnudpunkti on võimalik täpsemalt määrata klappide avanemis- ja sulgumis-

momentide määramise teel. See määramise viis selgub allpooltoodud näitest.

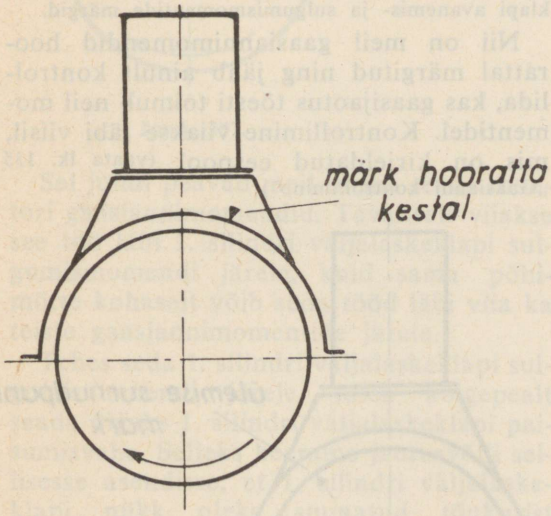
Näites on surnudpunkti määramine viidud läbi oletusel, et on teada väljalaskeklapi sulgumismoment. Kuid samuti on võimalik surnudpunkti määrata ka mõne muu gaasiannihetke põhjal, kui see on teada. Iga autovabrik annab sõidukile kaasa hoolitsemisraamatu, milles leiduvad andmed klappide avanemis- ja sulgumismomentide kohta.

Näide: Määrata kolvi ülemine surnudpunkt, kui on teada, et väljalaskeklapp sulgub 10° peale ülemist surnudpunkti.

Esmalt teeme märgi hooratta kestale kohta, kuhu on kerge märki teha (joon. 383). Teiseks asetame väljalaskeklapi sääre (varre) ja tõukuri vahele õhukese paberiribakese.

Keerates käivitusvändaga aeglaselt väntvõlli, katsume tabada momenti, mil klapi sääre ja tõukuri vahele asetatud paberiribakene vabaneb kergel tõmbamisel. Vabanemismomendil katkestame väntvõlli edasikeeramise. Paberiribakese vabanemine klapi sääre ja tõukuri vahelt tähistab momenti, mil väljalaskeklapp istus oma pesale, s. o. sulgus (10° peale ülemist surnudpunkti). Selles väntvõlli asendis teeme hoorattale märgi hooratta kesta märgi kohale.

Nüüd võtame terasmõõdulindi ning mõõdame hooratta ümbermõõdu. Olgu selles näites hooratta



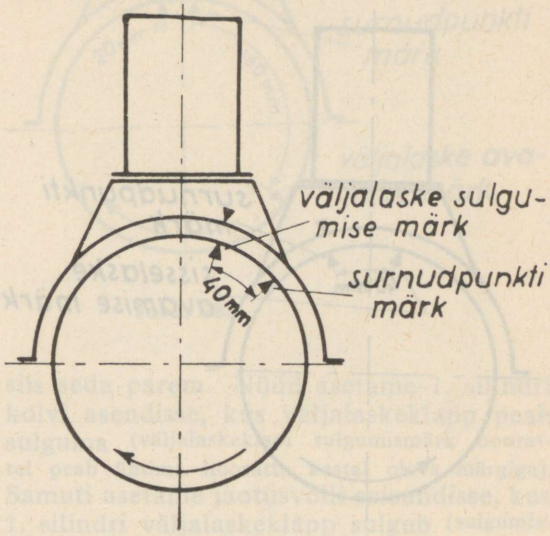
Joon. 383.

ümbermõõt 1440 mm. Teades, et ringis on 360°, jagame hooratta ümbermõõdu 360-ga, saame ühele kraadile vastava pikkuse hooratta ümbermõõdul mm-tes.

$$1440 : 360 = 4 \text{ mm}.$$

Tähendab, ühe kraadi pikkus mõõdetud hooratta ümbermõõdul on 4 mm. Korrutades väljalaskeklapi sulgumisnurga 10° ühele kraadile vastava pikkusega, saame 10°-le vastava nurga pikkuse mm-tes hooratta ümbermõõdul: $10 \times 4 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$.

Mõõtnud hoorattale tehtud märgist 10°-le vastava nurga pikkuse 40 mm väntvõlli tiirlemise suunas (joon. 384), teeme hoorattale uue märgi.



Joon. 384.

Leitud uus märk ongi surnudpunkti märk hoorattal. Kui see märk seada ühte hooratta kestal oleva märgiga, asetseb kolb ülemises surnudpunktis.

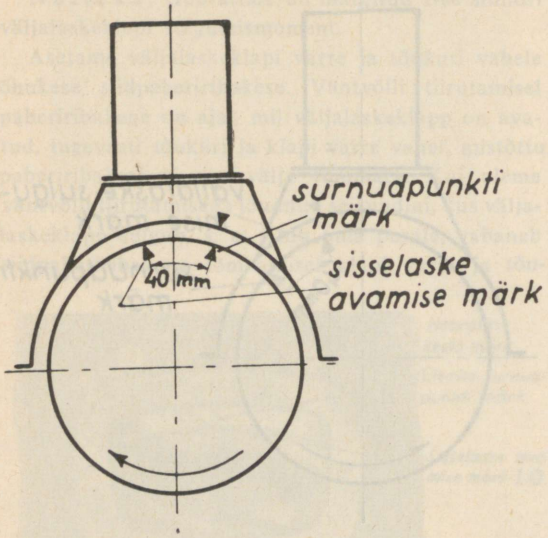
Kolvi asetamine ülemisse surnudpunkti survetakti lõpul või töötakti alul.

Tegelikus elus esineb kõige rohkem tarvidust asetada mootori 1. silindri kolb ülemisse surnudpunkti survetakti lõpul või töötakti alul, sest see kolvi seis võetakse aluseks gaasianniaegade ja elektersüüte kontrollimisel.

Tekib küsimus, kuidas teada, kas kolb on ülemises surnudpunktis survetakti lõpul või väljalasketakti lõpul.

Suuremal osal mootoritel on hoorattal ülemise surnudpunkti märgid. Näit. BMT (Nõukogude Liidu automootoritel), DC 1—4, DC 1—6, DC 1—6 up, 1—4 up, 1—6 up (inglise ja ameerika automootoritel), OT 1—4, OT 1—6 (saksa automootoritel). Kui see märk ühtib hooratta kestal oleva märgiga või osutiga, asetsevad mõlemad, s. o. nii 1. ja 4. või 1. ja 6. silindri kolvid ülemises surnudpunktis. Kuid kumma silindri kolb asetseb ülal surnudpunktis väljalasketakti lõpul ja kumma oma survetakti lõpul?

Seda näeme, kui jälgime klappe. Kui 1-se silindri mõlemad klapid on suletud ja kolb asetseb ülemises surnudpunktis, lõppes selles silindris survetakt ja algab töötakt. Kui aga väljalaskeklapp sulgub ning sisselaskeklapp on avanemas, asetseb kolb ülemises surnudpunktis väljalasketakti lõpul.



Joon. 385.

Gaasianniaegade kontrollimine, kui hoorattale pole märgitud gaasiannimomente ega surnudpunkti märke.

Gaasianni kontrollimiseks peavad meil olema teada vabriku andmed gaasiannimomentide kohta. Kõigepealt märgime hoorattale 1-se silindri ülemise surnudpunkti märgi (kuidas seda teha, vaata lk. 136 „Kolvi surnudpunkti määramine"). Leitud surnudpunkti aluseks võttes, märgime hoorattale teised gaasiannimomendid.

Asja selgituseks olgu toodud näide: vabriku andmete põhjal teame, et mootori gaasiand toimub järgmiselt:

1) Sisselaskeklapid avanevad 10° p. ü. s.
2) Sisselaskeklapid sulguvad 20° p. a. s.
3) Väljalaskeklapid avanevad 40° e. a. s.
4) Väljalaskeklapid sulguvad 5° p. ü. s.

Võtame hoorattalt ümbermõõdu ja jagame saadud ümbermõõdu pikkuse 360-ga (kraadide arv ringis); saame hooratta ümbermõõdul ühele kraadile vastava pikkuse. Näitena toodud hooratta ümbermõõt olgu 1440 mm; ühele kraadile vastav pikkus hooratta ümbermõõdul on 1440 : 360 = 4 mm.

Sisselaskeklapi avanemismomendi märkimiseks hoorattale korrutame sisselaskeklapi avanemismomendi nurga suuruse ühele kraadile vastava pikkusega hooratta ümbermõõdul, saame 10 × 4 = 40 mm. Teeme märgi 40 mm kaugusele surnudpunktist hooratta tiirlemisele vastassuunas (joon. 385). Saadud märk on sisselaskeklapi avanemise algmoment. Kui see ühtib hooratta kestal oleva märgiga, peab sisselaskeklapp avanema.

Sisselaskeklapi sulgumismomendi märkimiseks hoorattale märgime esmalt hoorattale alumise surnudpunkti märgi.

Alumise surnudpunkti märk asetseb täpselt poolel hooratta ümbermõõdul, ülemise surnudpunkti märgi vastas (joon. 386) või hooratta ümbermõõdul mõõdetuna 180° × 4 mm = 720 mm ülemise surnudpunkti märgist eemal (mõõdetuna ükskõik kummale poole).

Alumise surnudpunkti märgist mõõdame hooratta tiirlemisele vastassuunas sisselaskeklapi sulgumisnurga suuruse hooratta läbimõõdul

20° × 4 mm = 80 mm (joon. 387)

ning teeme hoorattale sinna märgi. Saadud märk on sisselaskeklapi sulgumismomendi märk.

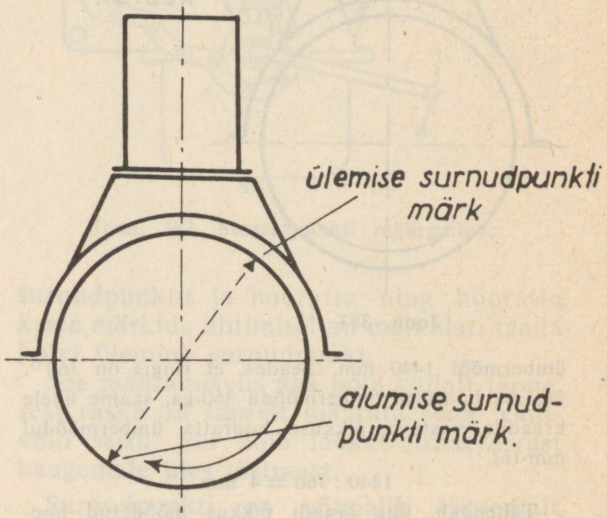
Samuti märgime väljalaskeklapi avanemis- ja sulgumismomentide nurkade suurused hooratta läbimõõdul (joon. 388).

40° e. a. s. × 4 mm = 160 mm tiirlemise suunas,

5° p. ü. s. × 4 mm = 20 mm tiirlemise vastassuunas.

Seega oleme määranud hoorattal ka väljalaskeklapi avanemis- ja sulgumismomentide märgid.

Nii on meil gaasiannimomendid hoorattal märgitud ning jääb ainult kontrollida, kas gaasijaotus tõesti toimub neil momentidel. Kontrollimine viiakse läbi viisil, mis on kirjeldatud eespool (vaata lk. 135 „Gaasianni kontrollimine").



Joon. 386.

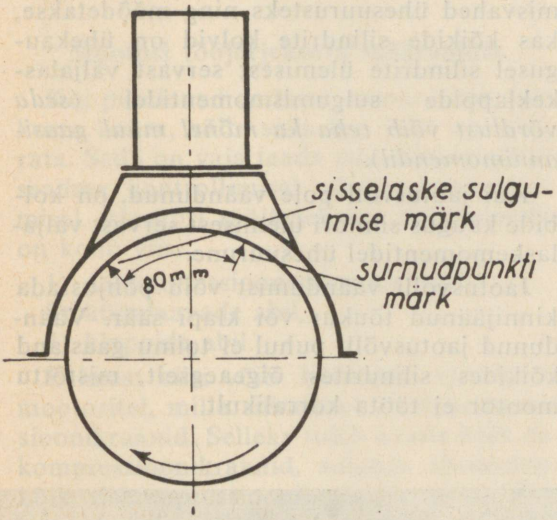
Jaotusvõlli ja väntvõlli ühendamine.

See töö tuleb ette mootori kokkumonteerimisel pärast mootori remonti. Siinjuures võivad esineda järgmised juhud.

1) Jaotusvõlli ja väntvõlli hammasrattad on kiilutud oma võlli külge ning on varustatud märkidega.

Sel juhul tuleb vaid hammasrataste märgid asetada kohastikku väntvõlli ja jaotusvõlli kohalepanemisel (joon. 389).

2) Jaotusvõlli ja väntvõlli hammasrattad on kiilutud oma võlli külge, kuid ühendamismärgid puuduvad, näit. hammasrataste uuendamisel, või on olemas mitmed märgid ja ei teata, missugused märgid on õiged.

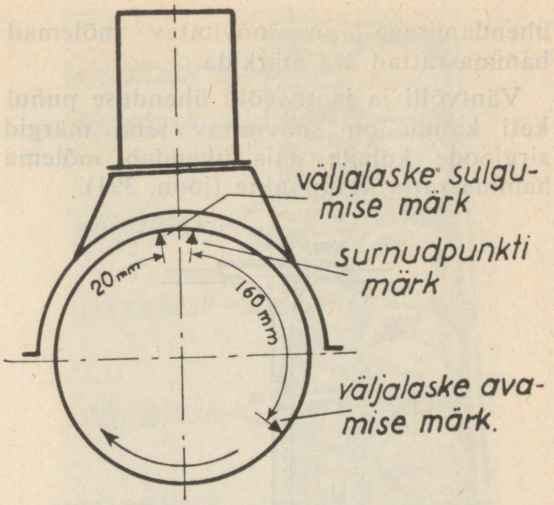


Joon. 387.

Sel juhul peavad meil olema teada mootori gaasiannimomendid. Tavaliselt viiakse see töö läbi 1. silindri väljalaskeklapi sulgumismomendi järele, kuid sama põhimõtte kohaselt võib seda tööd läbi viia ka teiste gaasiannimomentide järele.

Tehes seda 1. silindri väljalaskeklapi sulgumismomendi järele, tuleb kõigepealt seada õigeks 1. silindri väljalaskeklapi paisumisvahe. Selleks keerame jaotusvõlli sellisesse asendisse, et 1. silindri väljalaskeklapi nükk oleks suunatud tõukurist eemale, ning reguleerime selle klapi paisumisvahe õigeks. Kui pole teada vabriku ettekirjutust paisumisvahe suuruse kohta, siis valime keskmiselt umbes 0,3—0,4 mm (joon. 390).

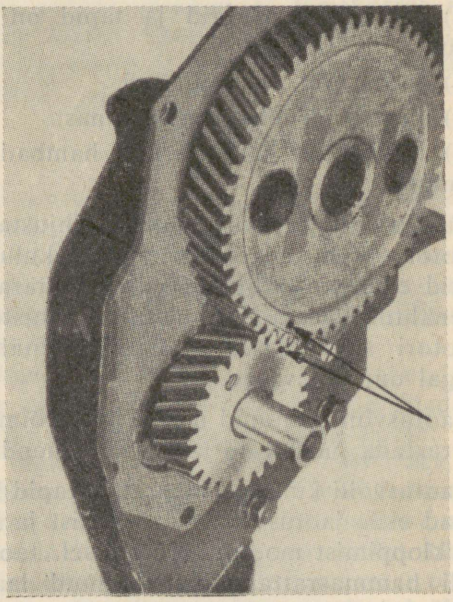
Kui gaasiannimomendid pole märgitud hoorattale, tuleb seda teha eespoolkirjeldatud viisil. Kui aga märgid on olemas,



Joon. 388.

siis seda parem. Nüüd asetame 1. silindri kolvi asendisse, kus väljalaskeklapp peab sulguma (väljalaskeklapi sulgumismärk hoorattal peab ühtima hooratta kestal oleva märgiga). Samuti asetame jaotusvõlli seisundisse, kus 1. silindri väljalaskeklapp sulgub (sulgumismomenti saab määrata kindlaks siidpaberiribakestega. Vaata lk. 135 „Gaasianni kontrollimine").

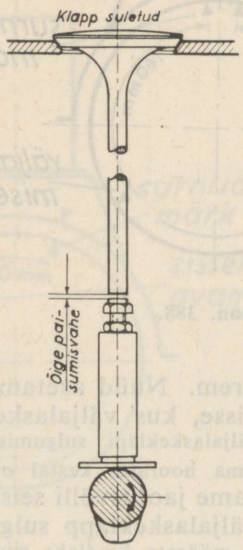
Jääb järele vaid nendes seisundites väntvõlli ja jaotusvõlli hammasrattad ühendada. Et teinekord ei tuleks uuesti aega viita jaotus- ja väntvõlli hammasrataste



Joon. 389. Märk jaotus- ja väntvõlli hammasrataste ühendamiseks.

ühendamisega, on soovitatav mõlemad hammasrattad ära märkida.

Väntvõlli ja jaotusvõlli ühenduse puhul keti kaudu on soovitatav teha märgid sirgjoonę kohale, mis ühendab mõlema hammasratta keskpunkte (joon. 391).



Joon. 390.

Jaotusvõlli rikkeid.

Jaotusvõlli rikkeist võiks nimetada järgmisi:

1) Jaotusvõlli nükid on kulunud.

2) Jaotusvõlli laagrid ja tapid on kulunud.

3) Jaotusvõll on väänatud.

4) Jaotusvõll lõngub pikisuunas.

5) Jaotusvõlli hammasratta hambad on kulunud.

Jaotusvõlli kulunud nükid põhjustavad mootori võimsuse langust, sest kulunud nükid ei tõsta klappe tarvilikul määral ja ettenähtud gaasiannimomentidel, mistõttu mootori silindritesse ei satu ettenähtud hulgal uut põlevsegu.

Jaotusvõlli kulunud nükke pole võimalik korrastada; jääb vaid jaotusvõll uuendada.

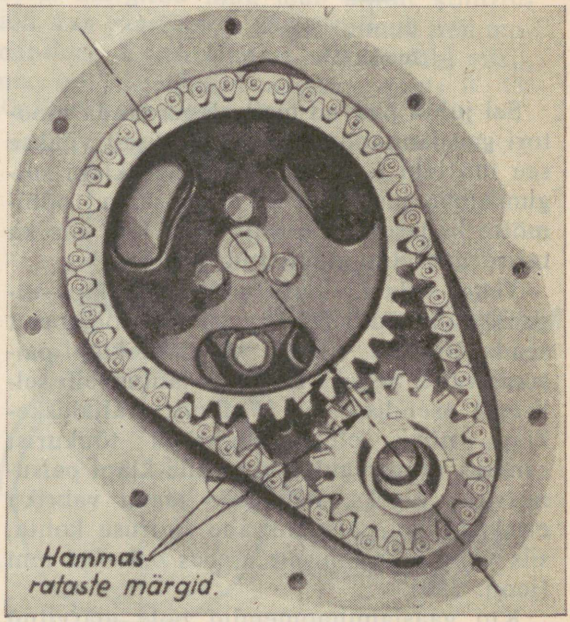
Jaotusvõlli kulunud laagrid ja tapid kutsuvad esile jaotusvõlli vibreerimist ja kerget kloppimist mootori töötamisel. Jaotusvõlli hammasrattapoolne kulunud laager põhjustab jaotusvõlli hammasratta ulumist ja võimaldab kettülekande puhul keti ülekargamist ühe või mitme hamba võrra kas väntvõlli või jaotusvõlli hammasrattal, muutes gaasijaotuse ebaõigeks. Kulunud laagrid tuleb uutega asendada. Enne uute laagrite asetamist kontrollida jaotusvõlli tapid ning, kui need on kriimustunud, tuleb need üle lihvida. Jaotusvõlli peab samuti kui väntvõlligi enne mootori kokkumonteerimist järele vaadatama, kas see pole paindunud või väändunud. Jaotusvõlli õgvendamine toimub samuti kui väntvõlligi õgvendamine.

Väänatud jaotusvõlli ei saa korrastada, vaid see tuleb uuendada. Jaotusvõlli väänatust saab kindlaks teha gaasiannimomentide ja kolvi asendite kaudu.

Selleks seatakse kõikide klappide paisumisvahed ühesuurusteks ning mõõdetakse, kas kõikide silindrite kolvid on ühekaugusel silindrite ülemisest servast väljalaskeklappide sulgumismomentidel *(seda võrdlust võib teha ka mõnel muul gaasiannimomendil).*

Kui jaotusvõll pole väändunud, on kolbide kaugus silindri ülemisest servast väljalaskemomentidel ühesuurune.

Jaotusvõlli väändumist võib põhjustada kinnijäänud tõukur või klapi säär. Väändunud jaotusvõlli puhul ei toimu gaasiand kõikides silindrites õigeaegselt, mistõttu mootor ei tööta korralikult.



Joon. 391. Jaotus- ja väntvõlli hammasrataste märkimine.

Üks jaotusvõlli laagritest on ehitatud tugilaagrina, mis takistab võllil liikuda pikisuunas. Kui tugilaager on kulunud, hakkab jaotusvõll pikisuunas lõnkuma, põhjustades mootoris kloppimist. Tugilaagriks on tavaliselt esimene laager (jaotusvõlli hammasrattapoolne laager). Lõnkumist saab määrata käega jaotusvõlli edasi-tagasi nihutamisel pikisuunas. Lõnkumise kõrvaldamiseks võib tugilaagri vahele asetada õhukesed vaskplekist seibid.

Jaotusvõlli kulunud hammasratast ei saa korrastada, vaid see tuleb uuendada.

Jaotusvõlli uuendatud laagrid reibitakse läbi eriliste reibalitega, millega saavutatakse kõikide laagrite ühtlane kandmine (laagrid on ühekõrgused).

Mootori tööjärjekorra määramine.

Kui puuduvad andmed mootori tööjärjekorra kohta, võib seda iga juht ise määrata. Seda on vaja teada näit. elektersüüteseadme kontrollimisel või pealemonteerimisel. Mootori tööjärjekorra määramiseks on kolm viisi:

1) dekompressioonikraanide abil,
2) küünlaavade abil,
3) klappide abil.

Esimest viisi võib kasutada vanematel mootoritel, mille silindritel on dekompressioonikraanid. Selleks tuleb avada kõik dekompressioonikraanid, sulgeda sõrmedega kõik dekompressioonikraanide avad ning lasta kellelgi tiirutada mootori väntvõlli käivitusvändaga või startriga. Survetakti ajal avaldab silindris kokkusurutav põlevsegu sõrmedele survet läbi avatud dekompressioonikraani. Järjekord, milles silindrite surved avalduvad sõrmedele, on survetaktide, tähendab ka töötaktide järjekord või mootori tööjärjekord.

Abilise või dekompressioonikraanide puudumisel võib mootori tööjärjekorda määrata järgmiselt. Keerata välja mootori kõik süüteküünlad ja sulgeda küünlaavad tihedalt korkidega või paberitroppidega. Väntvõlli tiirutamisel paiskuvad korgid või paberitropid survetakti ajal silindris kokkusurutava põlevsegu mõjul küünlaavadest välja. Tuleb jälgida, mis järjekorras korgid paiskuvad välja. Saadud järjekord ongi mootori tööjärjekord.

Mõnikord on otstarbekam määrata mootori tööjärjekord kas sisse- või väljalaskeklappide järele. Selleks tuleb klappide



Joon. 392. Väljalaskeklapid on äärmised.

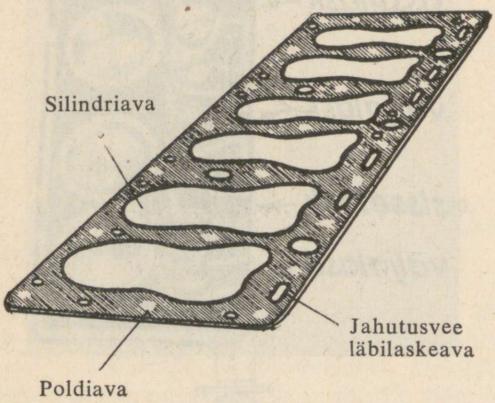
katekaas maha võtta ning jälgimise hõlbustamiseks kriidiga märkida kas kõik sisselaskeklapid või kõik väljalaskeklapid. (Äärmised klapid on alati väljalaskeklapid, joon. 392. Seda näeb ka sisse- ja väljalasketorustikust.) See tehtud, tiirutada käivitusvändaga või startriga väntvõlli, kuni avaneb esimese silindri sisse- või väljalaskeklapp. Siit peale jälgida, missuguses järjekorras avanevad teised sisse- või väljalaskeklapid. Saadud järjekord ongi mootori tööjärjekord.

Tihendid.

Tihendite ülesanne on muuta tihedaks üksikute mootoriosade ühenduskohad, näit.: silindriploki ja silindriploki kaane ühenduskoht, mootoriploki ja sisse- ning väljalasketorustiku ühenduskohad, õlipanni ja kartri ühenduskoht jne.

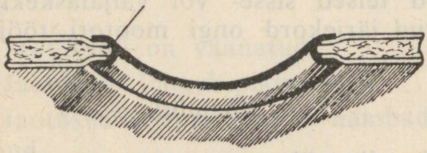
Õigem oleks teha mõlemad ühendatavate osade metallpinnad niivõrd siledaks, et nad sobiksid tihedalt teineteisele; kui see tegelikus elus olekski läbiviidav, on pindade siledakstegemine seotud niivõrd suurte kuludega, et sellest loobutakse ning kasutatakse pehmemast materjalist tihendeid, mis asetatakse ühendatavate osade vahele. Need tihendid tasandavad ühenduspindade ebaühtlust, võimaldades osade täiesti tihedat ühendust.

Tihendid valmistatakse mitmesugusest materjalist, vastavalt otstarbele: vilt, kork, paber, fiiber, vask, asbest jne. Tihendi materjal valitakse selle järele, mille vastu tihend peab tihendama ühendatavaid osi, näit. õhu, vee, õli, bensiini, kõrge rõhke jne. vastu. Kui tihendi materjal ei ole valitud ühenduskohtade töötamistingimuste kohaselt, siis tihend ei täida oma otstarvet täiel

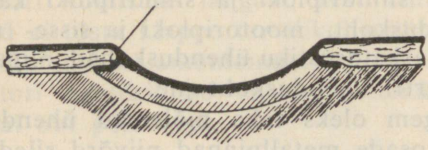


Joon. 393. Vask-asbesttihend.

määral. Üks tähtsamaid tihendeid mootori juures on mootoriploki kaanetihend. Selle tihendi kohta seatakse üles erakordsed nõuded. Mootoriploki kaanetihend peab takistama mootori plahvatussurve kadu, mis bensiinimootori töötamisel võib tõusta 30 at (diiselmootoritel koguni 80 at), peab olema vastupidav kõrgele kuumusele, mis

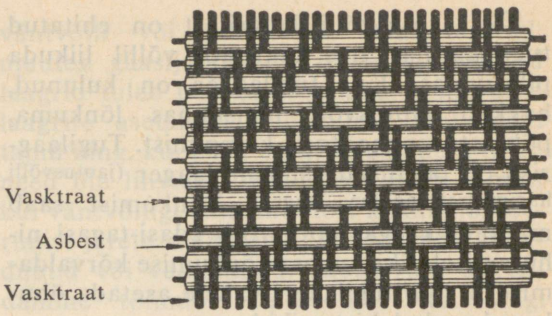


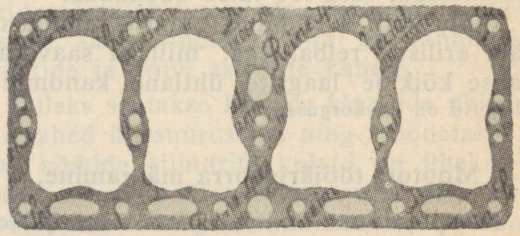
Joon. 394.



Joon. 395.

plahvatusmomendil võib olla kuni 1800° C, küttejääkide, õli ja vee sööbivale mõjule ja ta ei tohi takistada sooja ülekandu jahutusveele. Mootoriploki kaanetihend ei tohi murduda plokikaane mahavõtmisel ning peab võimaldama mitmekordset uuestikasutamist peale plokikaane mahavõtmisi.





Joon. 396. Asbest-vasktraatvõrgust mootoriploki kaane tihend.

Tihend peab olema täpselt sobivate avadega survekambrite kohal kaane kinnistuspoltide jaoks ja jahutusvee läbilaskmiseks.

Mootoriploki kaanetihendina leiab palju kasutamist v a s k - a s b e s t t i h e n d. See on valmistatud kõrgeväärtuslikust suurele kuumusele vastupidavast asbestist, mis on kaetud mõlemalt poolt õhukese vaskplekiga. Tihendi servad ja jahutusveekanalite ja poltide avad on eraldi kanditud vaskplekist ribadega (joon. 393, 394) või tihendi õhukene vaskplekk on ühelt poolt kanditud üle teise (joon. 395). Kanditud serv, mis on tihendist paksem, annab hea tihenduse ümber survekambri ja jahutusveekanalite.

Viimasel ajal näib rohkem poolehoidu võitvat asbest-traatvõrktihend. Siin kasutatakse tihedalt koetud vasktraatvõrku, mis kõrge kuumuse ja surve all on kaetud erilise asbestseguga. Tihendi mõlemad küljed on üle tõmmatud grafiidiga (joon. 396).

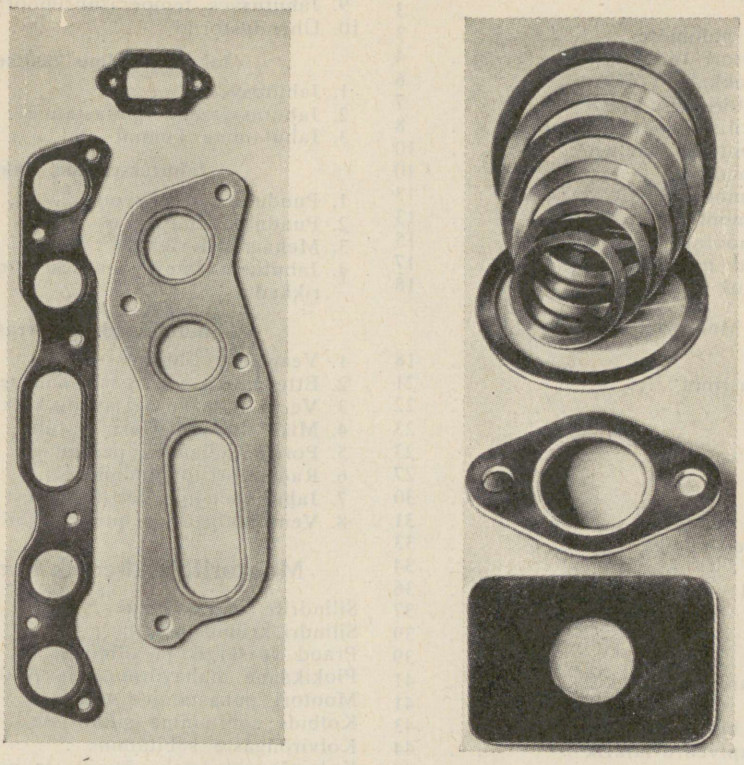
Õlipanni ja kartri vahel, samuti klappide kattekaane ja mootoriploki vahel, kasutatakse korktihendeid. Korktihendid leiavad kasutamist peamiselt seal, kus on vaja tihendada õli, vett ja bensiini, kuid neid ei saa kasutada kõrgete temperatuuride ja survete tihendamisel.

Silindriploki ja kartri vahel (kui silindriplokk ja karter on eraldatavad) võib kasutada

paberist tihendit. Selleks võetakse harilikku rohelist kirjutuslaua-paberit, millest lõigatakse välja tarvilik tihend.

Välja- ja sisselasketorustiku kinnistusäärikute ja mootoriploki vahel kasutatakse vask-asbesttihendit (joon. 397), samuti ka süüteküünalde tihendamiseks.

Tihendusmaterjalina müüakse ka pastat, mida määritakse õhukese kihina tihendatavate osade ühenduskohtadele.



Joon. 397. Sisse- ja väljalasketorustikkude ning küünlaavade vask-asbesttihendid.

Sisukord.

Lk.

Mootori töötamine ja ta osad.

Mootori töötamine.

Mootor — auto jõuallikas 3
Mootori peaosad 3
Mootori töötamise põhimõte 3
Neljataktilise mootori töötamine 4
Kuidas mootor hakkab tööle 6
Kahetaktilise mootori töötamine 7
Nelja- ja kahetaktilise mootori erinevusi . . 8
Ühesilindrilise mootori puudusi 10
Kahesilindriline mootor 10
Kolmesilindriline mootor 13
Neljasilindriline mootor 13
Kuuesilindriline mootor 15
Kaheksasilindrilised mootorid 17
Mootorid enam kui 8 silindriga 18

Mootori osad.

Silinder 18
Veesärk ja jahutusribid 21
Silindriploki kaas 22
Karter 23
Kolvid 23
Kolvirõngad 27
Keps 30
Kepsulaagrid 31
Kepsu ühendamine kolviga 33
Väntvõll 34
Väntvõlli tasakaal 36
Pöördvibreerimiste leevendi 37
Hooratas 39
Raamlaagrid 39
Gaasijaotusemehhanism 41
Klapid 41
Klapi taldrik ja klapipesa 43
Klapivedru ja klapivedru-taldrik 44
Tõukurid 46
Klappide paigutusviisid 47
Klappide avanemis- ja sulgumismomendid . 48
Klapi paisumisvahe 50
Paisumisvaheta klapid 52
Jaotusvõll 54
Jaotusvõlli ajamisviise 55
Detsentreeritud mootor 58
Kartri tuulutamine 59
Sisselaske- ja väljalasketorustik 60
Eelsoojendus 61
Summuti 62
Mootori kinnistamisviise raamile 64
Käivitusvänt 65

Mootorite jahutamine.

Jahutamise tarvidus 67
Õhkjahutus 68
Vesijahutus 70
1. Termosüfooniline jahutus 71
2. Pumpjahutus 72
3. Jahutusseadme veepumbad 73
4. Mootori veesärk 74
5. Radiaatorid 76
6. Ventilaatorid 82
7. Jahutusvee temperatuuri reguleerimine . 83
8. Termostaat 85
9. Jahutusvee temperatuurimõõtjad 87
10. Ühendustorud 88

Jahutusseadme käsitsemine.

1. Jahutusvesi 89
2. Jahutusseadme puhastamine 90
3. Jahutamine külmal ajal 91

Jahutusseadme rikkeid.

1. Puudulik veeringvool 93
2. Puudulik õhuvoolus 95
3. Mehaanilisi rikkeid 95
4. Jahutusseadmest enesest mitteolenevad rikked 98

Jahutusseadme korrashoid.

1. Veepuudus jahutusseadmes 98
2. Ettevaatust vee sissevalamisega 98
3. Vee väljalaskmisel avada kõik kraanid . . 99
4. Mis teha, kui vesi jäätub 99
5. Porise radiaatori pesemine 100
6. Radiaatori parandamine 100
7. Jahutusseadme roostekaitsest 101
8. Ventilaatoririhma pingutamine 101

Mootorite rikked ja korrastamine.

Silindrite korrastamine 103
Silindri kriimustused 105
Praod veesärgis ja silindris 105
Plokikaane mahavõtmine ja pealepanemine . 106
Mootori puhastamine tahmast 108
Kolbide sobitamine silindrisse 109
Kolvirõngaste sobitamine 111
Kolvirõngaste mahavõtmine ja pealepanemine 113
Kolbide asetamine silindritesse 114
Kolvirõngaste rikkeid 115
Kloppimine kepsulaagreis 115
Laagrite valamine 116
Laagrite soveldamine 117
Kepsude õgvendamine 119
Kolvinaga vahetamine 119
Väntvõlli rikkeid ja ta korrastamisest . . . 120
Klappide rikkeid 122
Klappide lihvimine 125
Liigse lihvimise tulemus 129
Klapipussi korrastamine 130
Klappide reguleerimine 131
Klapivedrude surve kontrollimine 134
Hooratta märgid 135
Gaasianni kontrollimine 135
Kolvi surnudpunkti määramine 136
Kolvi asetamine surnudpunkti 137
Gaasianniaegade kontrollimine 138
Jaotusvõlli ja väntvõlli ühendamine 139
Jaotusvõlli rikkeid 140
Mootori tööjärjekorra määramine 141
Tihendid 141

Vastutav toimetaja A. Põdrus. Korrektor J. Roonemaa. Tehniline toimetaja H. Treumann. Laduda antud 21. I 1941. Trükki antud 15. III 1941. Trükitähtede arv trükipoognas: 72,39 tuh. Trükipoognate arv: 9. Autori arvutuspoognate arv: 15,85. Trükiarv 3150 eksemplari. Kaust: D4. Paber 56 × 81,5 cm 1/16. Trükikoja tellimise nr. 148. MB 2800. Trükikoda: „Punane Täht“, Tallinn, Pikk tän. 54/58.
Печатано на эстонском языке.
Инж. Арво Талвисте. Автомобильные двигатели. ГИЗ „Педагогическая Литература“, Таллин. Типография „Пунане Тэхт“, Таллин, улица Пикк 54/58

RBL. 9.50

B
969 III
127 799