

GRONDBEGINSELEN VAN
VERBRANDINGSMOTOREN

1. WARMTE OMZETTEN IN MECHANISCHE ARBEID

De verbrandingsmotoren hebben onder andere tot taak aan vervoermiddelen de benodigde kracht te geven om zich te kunnen voortbewegen. Ook als krachtbron voor de aandrijving van de meest uiteenlopende soorten werktuigen is de verbrandingsmotor belangrijk. Het zijn machines, waarin warmte in mechanische arbeid wordt omgezet.

STOOMMACHINES (uitwendige verbranding)

De oudste soort machine waarbij warmte in mechanische arbeid wordt omgezet is de stoommachine. De brandstof wordt hier onder een met water gevulde stoomketel verbrand. De in de ketel verkregen stoom wordt door leidingen naar een cilinder gevoerd waar - door de stoomdruk - een zuiger in beweging komt. De aan de zuiger verbonden drijfstang - die de verbinding vormt tussen de zuiger en de krukas - zal deze beweging van de zuiger omzetten in een draaiende beweging. Door het warmteverlies,

dat onder meer optreedt doordat zeer warme gassen de schoorsteen van de ketel verlaten, was het rendement van deze machine bijzonder laag, namelijk ongeveer 8%. Dit betekent, dat van elke 100 kg kolen die verstookt werden slechts 8 kg werden gebruikt om de draaiende beweging van de krukas te bewerkstelligen. Een nu veel in elektrische centrales toegepaste verdere ontwikkeling van de stoommachine is de stoomturbine. Hierbij wordt Een straal stoom tegen een schoepenwiel geblazen.

Het rendement van deze moderne hogedruk installaties is gunstiger dan bij de ouderwetse stoommachines.

VERBRANDINGSMOTOREN (inwendige verbranding)

Bij de later ontwikkelde verbrandingsmotoren wordt de brandstof direct in de cilinder verbrand. Het warmteverlies in dit soort motoren is veel geringer dan bij stoommachines, wat onder meer een gevolg is van het feit, dat de verbranding van de brandstof in de cilinder zelf plaats vindt. Ook de sneller verlopende verbranding gaat met minder warmte-

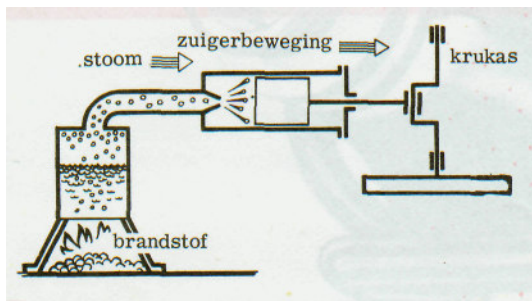


fig.1 Stoommachine:
verbranding buiten cilinder

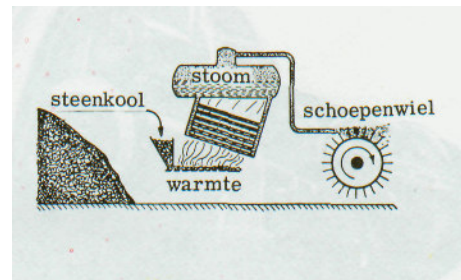


fig.2 Stoomturbine

verlies gepaard. Het rendement van deze motoren varieert dan ook van 25% tot 35%. Bij benzine-motoren is het rendement ongeveer 25%, hetgeen betekent dat na het tanken van 40 liter benzine 30 liter hiervan verloren is.

GEEN EXPLOSIEMOTOR

Hoewel de verbranding in een zeer kort tijdsbestek plaatsvindt, is hier toch geen sprake van een explosie. Bij een explosie treedt een plotselinge totale verbranding op die nagenoeg geen tijd vraagt, terwijl de verbranding in een cilinder een meer geleidelijk verloop heeft, die wel een bepaalde tijd in beslag neemt, de zogenaamde verbrandingstijd.

STRAALMOTOREN ZIJN OOK VERBRANDINGSMOTOREN

Een motor waarbij door een constant durende verbranding een temperatuursverhoging, met als gevolg daarvan een drukverhoging en een gasversnelling in de motor optreedt, is de straalmotor. Door de zich "afzettende" straal versnelde gassen (actie = reactie) ontstaat een stuwkracht.

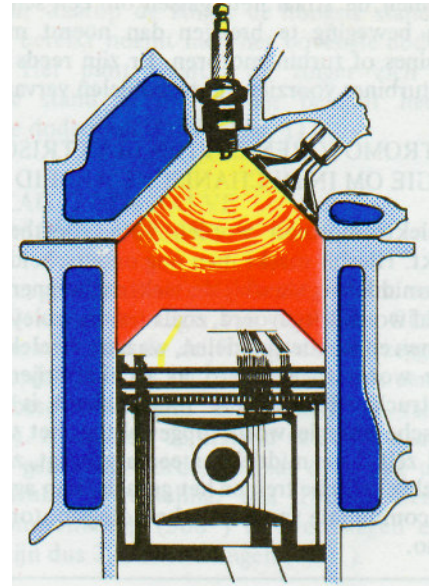


fig. 4 Verbrandingsmotor:
Geleidelijke verbranding in cilinder



fig. 3 Explosie:
verbranding zonder tijd .

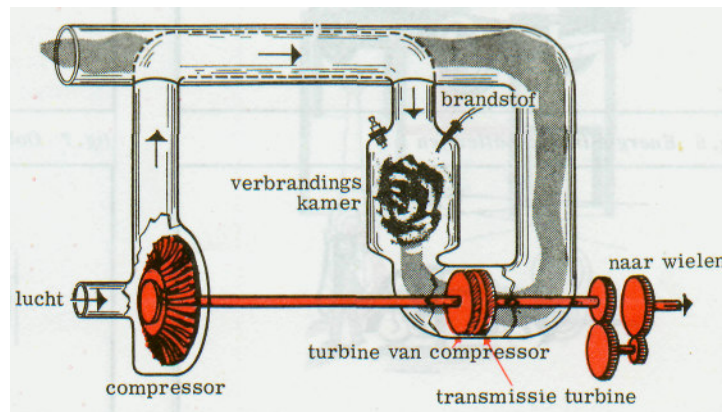


fig. 5 Gasturbine:
Constant durende verbranding

Benut men de straal hete gassen om een schoepenwiel in beweging te brengen dan noemt men dit gasturbines of turbinemotoren. Er zijn reeds enkele van gasturbines voorziene automobielen vervaardigd.

ELEKTROMOTOREN ZETTEN ELEKTRISCHE ENERGIE OM IN MECHANISCHE ARBEID

Ook elektromotoren worden voor voortbeweging gebruikt. Hierbij maakt men nog onderscheid tussen vervoermiddelen, waarbij de elektrische energie van buitenaf wordt toegevoerd, zoals trams, trolleybussen en treinen en vervoermiddelen, waarbij de elektrische energie wordt meegevoerd in accubatterijen, zoals bagagetrucks. Een andere mogelijkheid is dat de elektrische energie wordt opgewekt in het vervoermiddel zelf door middel van een aggregaat, zoals dit in diesel-elektrische treinen het geval is. Een aggregaat is een combinatie van een verbrandingsmotor en een dynamo.

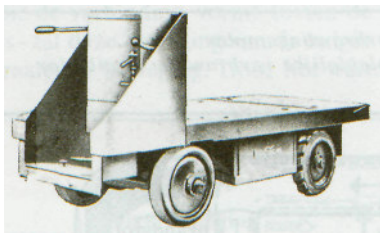


Fig. 6 Energie in accubatterijen

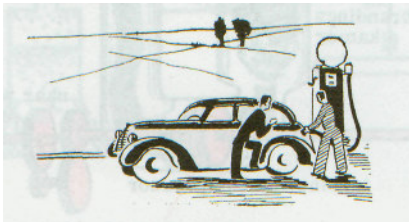


fig. 8 Vloeibare brandstof

In een automobiel vindt de elektromotor toepassing als startmotor (fig. 7), ruitwissermotor of kachel motor,

VASTE, VLOEIBARE EN GASVORMIGE

BRANDSTOFFEN

Bij stoom machines wordt veel gebruik gemaakt van vaste brandstoffen, zoals kolen; voor motoren met inwendige verbranding wordt uitsluitend brandstof gebruikt in vloeibare vorm, zoals benzine, petroleum en dieselolie die, vermengd met lucht, een brandbaar mengsel vormen.

Hiernaast kent men ook nog gasvormige brandstoffen, welke worden toegepast in motoren die werken op industriegas of op LPG. In automobielen die op LPG rijden, wordt het gas in vloeibare vorm in een tank meegevoerd. LPG is een afkorting van Liquid Petroleum Gas, hetgeen vloeibaar aardolie gas betekent.

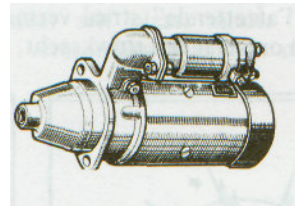


Fig. 7 Ook startmotor is een elektromotor

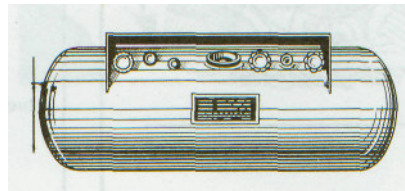


fig. 9 L. P. G. tank

2. HET VERBAND TUSSEN DE SLAG VAN DE ZUIGER EN EEN KRUKASOMWENTELING

VAN RECHTTLIJNIGE NAAR DRAAIENDE BEWEGING



Het "hart" van de motor bestaat uit een cilinder, waarin zich een zuiger bevindt, een drijfstang en een krukas. Zuiger en krukas zijn verbonden door een drijfstang. Het kruk-drijfstangmechanisme zal de op en neer gaande beweging van de zuiger omzetten in een draaiende beweging van de krukas. Dat hierbij de drijfstang een zijdelingse uitwijking krijgt is duidelijk (fig. 10).

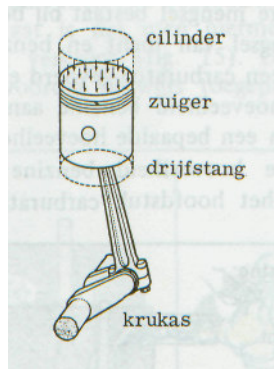


fig. 10 Het kruk-drijfstangmechanisme

Het punt waarop de zuiger de hoogste stand in de cilinder bereikt noemt men het bovenste dode punt (BDP). Het punt waarop de zuiger zich in de onderste stand in de cilinder bevindt heet het onderste dode punt (ODP), (fig. 11).

EEN SLAG IS EEN HALVE KRUKASOMWENTELING

In beide gevallen heeft de drijfstang een verticale stand. Beweegt de zuiger van BDP naar ODP, dan heeft de voet van de drijfstang, dat wil zeggen het gedeelte dat met de krukas verbonden is een halve cirkel beschreven, dus een cirkelboog van 180° (fig. 11). Aangezien de afstand van BDP naar ODP de slag genoemd wordt, bestaat deze slag uit een halve krukasomwenteling, dus 180° . Een hele krukasomwenteling (360°) is twee slagen en vier slagen zijn dus 2 omwentelingen (720°).

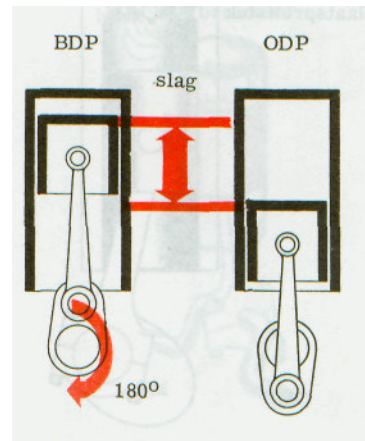


fig. 11 Een slag is 180°

3. DE VIERSLAG-BENZINEMOTOR (OOK WEL MENGSELMOTOR OF OTTOMOTOR GENOEMD)

Zoals gezegd bevindt zich in de cilinder van de motor een zuiger die hierin een op en neergaande beweging maakt. In deze cilinder zijn nog openingen nodig, waardoor een brandbaar mengsel binnen kan komen en waardoor een verbrand mengsel eruit kan worden verwijderd. Deze openingen moeten afwisselend worden geopend en gesloten. Hiertoe heeft men boven in de cilinder kleppen aangebracht.

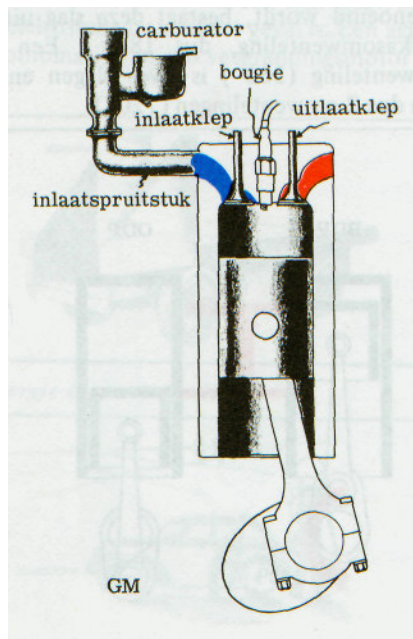


fig. 12 In- en uitlaatklep

IN- EN UITLAATKLEPPEN

Langs de inlaatklep komt het brandbare mengsel de cilinder binnen en langs de uitlaatklep verdwijnen de verbrande gassen (fig. 12). Het brandbare mengsel wordt in de carburator gevormd; het verbrande mengsel wordt via de uitlaat naar buiten afgevoerd. Bij een vierslagmotor heeft zoals wij zullen zien, het arbeidsproces plaats in vier slagen, dus $4 \times 180^\circ = 720^\circ$ verdraaiing van de krukas. Een omwenteling van de krukas is gelijk aan 360° , dus een arbeidsproces verstaat men die gang van zaken die nodig is om de energie die in een brandstof aanwezig is - warmte - om te zetten in mechanische arbeid. Het toevoeren van het brandbare mengsel, alsmede het verwijderen van de verbrandingsproducten behoort hier ook toe.

BRANDBAAR MENGSEL

Het brandbare mengsel bestaat bij benzinemotoren uit een mengsel van lucht en benzine. De lucht wordt door een carburator gevoerd en hierin wordt een zekere hoeveelheid benzine aan de lucht toegevoegd. Aan een bepaalde hoeveelheid lucht moet een bepaalde hoeveelheid benzine worden toegevoegd. In het hoofdstuk carburatie wordt deze

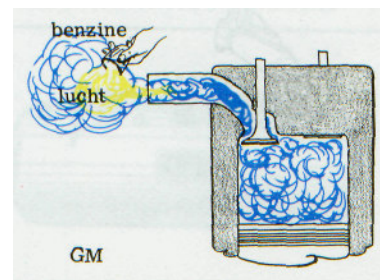


fig. 13 Brandbaar mengsel

mengverhouding nader toegelicht. Wordt bij een motor het mengsel buiten de cilinder gevormd dan spreekt men van een mengselmotor ofwel Otto-motor. Wordt het mengsel in de cilinder gevormd dan spreekt men van dieselmotor of inspuitsmotor.

VULLING ONDER INVLOED VAN DE ATMOSFERISCHE DRUK

Het brandbare mengsel kan op twee manieren in de cilinder worden gebracht. De meest voorkomende manier is dat het mengsel in de cilinder komt doordat er een onderdruk, dat wil zeggen een druk beneden 1 bar, in de cilinder heerst. De atmosferische druk zal het mengsel naar binnen drukken. Bij de behandeling van de inlaatslag zal dit duidelijk worden (fig. 14).

DRUKVULLING

Het mengsel kan ook met een grotere druk dan de atmosferische druk in de cilinder worden "geperst". Hiervoor gebruikt men een zogenaamde compressor en het resultaat is dat men hiermee een betere cilindervulling verkrijgt (fig. 15). Deze methode wordt tegenwoordig dikwijls toegepast bij dieselmotoren.

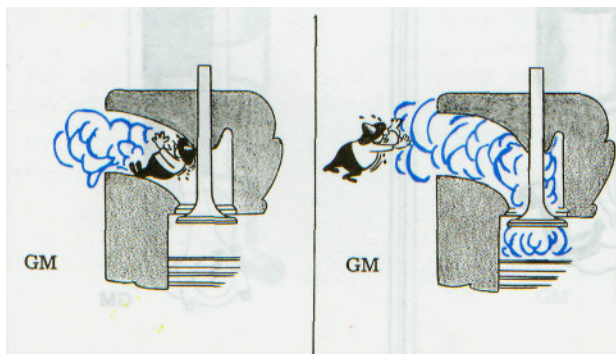


fig. 14 Van 1 bar naar 0,5 bar fig. 15 van 1, 2 bar naar 0, 5 bar

INLAATSLAG

We nemen aan, dat de zuiger in het BDP staat. Boven de zuiger is nu nog een ruimte aanwezig de zogenaamde verbrandingsruimte of compressie-ruimte.

Draaien we nu de krukas, dan zal de zuiger in de cilinder naar beneden gaan in de richting van het ODP. De ruimte boven de zuiger wordt hierdoor groter, waardoor in deze ruimte een druk gaat heersen die beneden de atmosferische druk, dus beneden 1 bar ligt. Er is dus nu sprake van een onderdruk. Als wij nu in deze ruimte een opening maken die in verbinding staat met de buitenlucht, dan stroomt door deze opening lucht naar binnen (drukverschil).

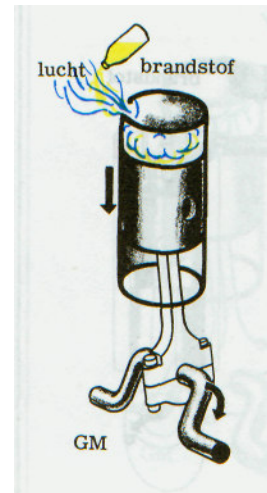


fig. 16 Inlaatslag

Bij de verbrandingsmotoren ontstaat deze opening door een kanaal dat door de inlaatklep vrij gegeven wordt. Dit kanaal is aangesloten op de carburator. Deze carburator zorgt ervoor dat de cilinder bij het toestromen van lucht gevuld wordt met een brandbaar mengsel (lucht met benzine). De toestroming van brandbaar mengsel vindt plaats gedurende de tijd dat de ruimte in de cilinder groter wordt (dus tot het moment waarop de zuiger in het ODP is aangeland). Zoals wij hebben gezien noemt men de afstand die de zuiger aflegt van BDP naar ODP een slag, zodat men hier spreekt van de inlaatslag. Tijdens de inlaatslag wordt dus een brandbaar mengsel in de cilinder toegelaten (fig. 17).

COMPRESSIE SLAG

Aan het eind van de inlaatslag is de zuiger in het ODP gekomen. Wanneer nu de krukas verder gedraaid wordt, beweegt de zuiger zich weer naar boven in

de richting van het BDP. De ruimte in de cilinder boven de zuiger zal nu steeds kleiner worden. Omdat de openingen boven in de cilinder nu gesloten zijn, ontstaat er door deze ruimteverkleining een overdruk. Het tijdens de inlaatslag toegestroomde verse mengsel wordt gedurende deze slag boven de zuiger samengeperst (gecomprimeerd). Daar er van ruimteverkleining sprake is gedurende de tijd dat de zuiger van ODP naar BDP beweegt, duurt ook deze compressieslag 180° . Het verse mengsel is aan het eind van deze slag samengeperst in een ruimte die boven de zuiger overblijft als deze in het BDP staat. Deze ruimte noemt men de verbrandingsruimte of compressieruimte. Door de samenpersing van het verse mengsel verkrijgt men een drukverhoging en tevens een temperatuursverhoging. De benzinedelen in het verse mengsel worden hierdoor beter brandbaar (gasvormig),

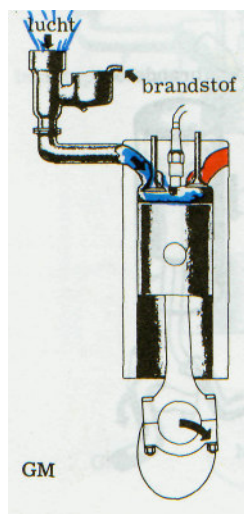


fig. 17 Mengsel langs inlaatklep



fig. 18 Compressieslag

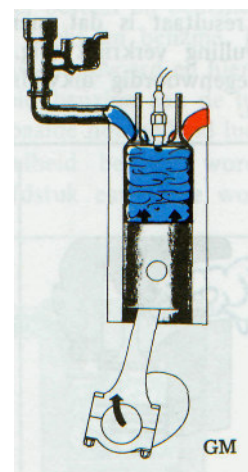


fig. 19 Met kleppen gesloten.

ONTSTEKING

In dit stadium van het arbeidsproces laat men in de verbrandingskamer een vonk overspringen tussen de elektroden van een bougie die in de verbrandingskamer uitkomt (fig. 21). Het mengsel zal door deze vonk worden ontstoken en tot verbranding overgaan. Door de verbranding stijgt de temperatuur nog meer. Hierdoor stijgt de drukspanning van het gas sterk en zal de zuiger bij de nu volgende omlaaggaande slag met kracht naar beneden worden gedrukt (fig. 22).

ARBEIDSSLAG

De zuiger beweegt zich gedurende deze slag van BDP naar ODP. Ook deze arbeidsslag omvat een draaiing van 180° van de krukas. Aan het begin van de arbeidsslag hebben wij door de verbranding van het mengsel een grote druk in

de cilinder gekregen. Aangezien er geen openingen boven in de cilinder geopend zijn, zorgt deze druk ervoor, dat de zuiger met kracht in de richting van het ODP beweegt. Door deze krachtslag gaat de krukas draaien en blijft ook gedurende de andere slagen van het arbeidsproces doordraaien.

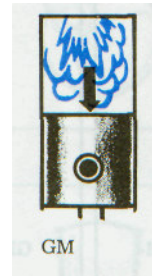


fig. 23 geeft krachtoncikkellig

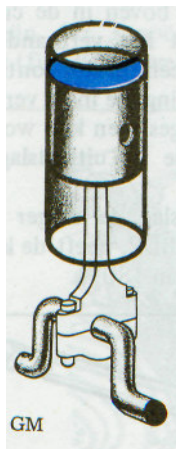


fig.20 Ontsteking

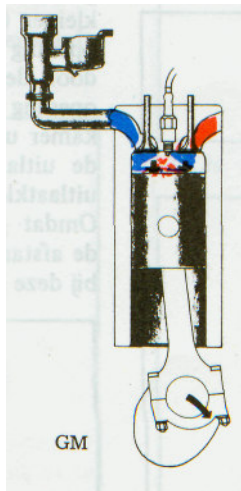


fig.21 door vonk

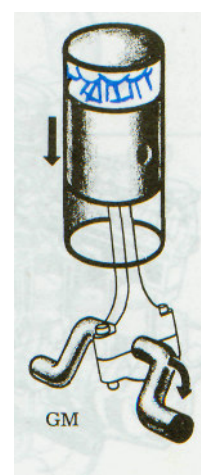


fig-22 Arbeidsslag

fig.24
Uitlaatslag

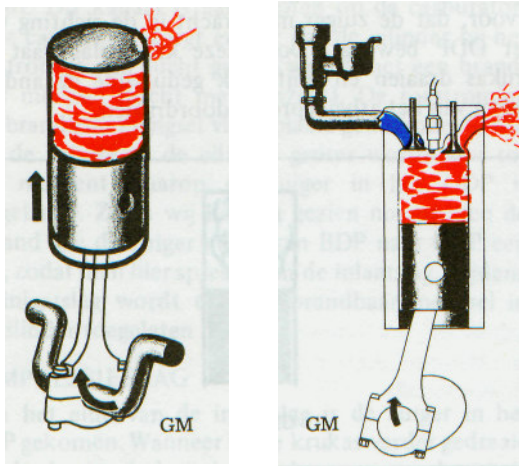


fig. 25 Verbrand gas langs
uitlaatklep

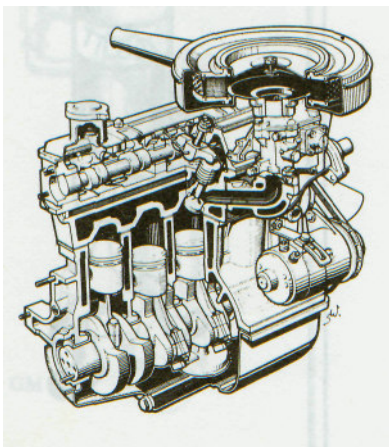


fig. 26 Vier slag motor

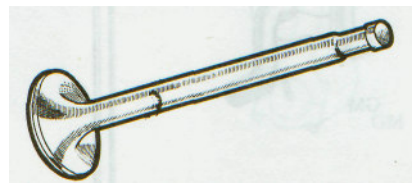
UITLAATSLAG

Zoals wij gezien hebben duurt het gehele arbeidsproces van een vierslagmotor 4 slagen, namelijk inlaatslag, compressieslag, arbeidsslag en uitlaatslag. Bij elke slag draait de krukas 180° verder, zodat de krukas gedurende dit arbeidsproces $4 \times 180^\circ = 720^\circ$ is verdraaid. Dit betekent, dat de krukas in twee omwentelingen heeft gemaakt. Dit in tegenstelling tot de tweeslagmotor, waarbij wij zullen zien, dat het gehele arbeidsproces plaats vindt in één omwenteling van de krukas.

VIER SLAGEN EN TWEE OMWENTELINGEN

Zoals bij elke verbranding zal ook hierbij een afvalproduct overblijven, dat moet worden verwijderd voordat een nieuw verbrandingsproces weer kan beginnen. De zuiger die aan het eind van de arbeidsslag in ODP is gekomen krijgt dan weer een omhooggerichte beweging. De met verbrand gas gevulde ruimte boven de zuiger wordt daarbij steeds kleiner (fig. 24). Als wij boven in de cilinder een opening maken, ontsnapt het verbrande mengsel door deze opening. In een motor ontstaat deze opening via een uitlaatleiding die in de verbrandingskamer uitkomt en die afgesloten kan worden door de uitlaatklep. Gedurende de uitlaatslag staat de uitlaatklep open (fig. 25).

Omdat gedurende deze slag de zuiger ook weer de afstand van ODP naar BDP, heeft de krukas ook bij deze slag een draaiing van 180° .



4. DE TWESLAGMOTOR

POORTEN IN PLAATS VAN KLEPPEN

Alvorens op de werking van de tweeslagmotor in te gaan, zullen wij nagaan, welke in het oog lopende verschillen er in constructie bestaan tussen deze motor en de vierslagmotor. Heeft de vierslagmotor, zoals wij gezien hebben kleppen, bij de tweeslagmotor zijn deze niet aanwezig. De openingen in de cilinder voor het toevoeren van een brandbaar mengsel en het afvoeren van een verbrand mengsel bestaat hier uit een aantal gangen of poorten in de cilinderwand, die door de heen en weer bewegende zuiger beurtelings worden geopend en gesloten. Daar de ruimte in het carter - dus onder de zuiger - hier ook een functie vervult, is in tegenstelling tot de vierslag het carter luchtdicht afgesloten (fig. 28). De openingen die zorgen voor de vulling met vers mengsel boven de zuiger, alsmede de opening voor afvoer van verbrand mengsel zijn zichtbaar in fig. 29.

In totaal zijn dus 3 poorten in de cilinderwand aangebracht (fig. 30) en wel:

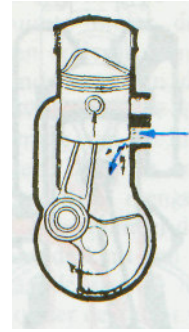


fig. 28 Inlaatpoort

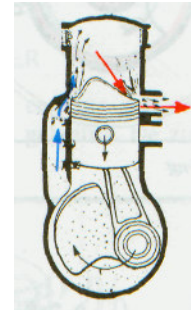


fig.29 Overstroom- en inlaatpoort

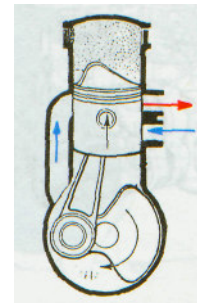


fig. 30 In totaal drie poorten.

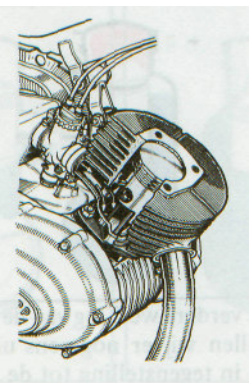


fig. 31 Één-cilinder tweeslagmotor

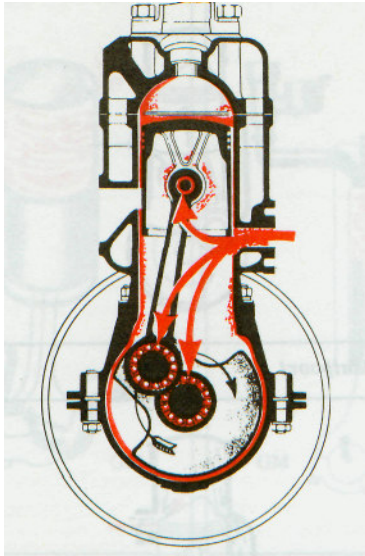


fig. 32 Mengsmering

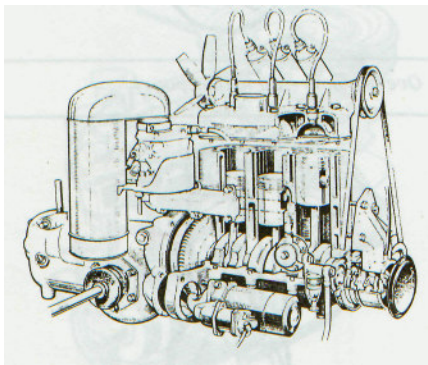


fig. 33 Drie-cilinder tweeslagmotor

- Een poort die de opening naar de uitlaat vormt voor afvoer van verbrand mengsel (uitlaatpoort).
- Een poort met een kanaal als verbinding tussen de carterruimte en de ruimte boven de zuiger (spoelpoort).
- Een poort die de opening naar het carter vormt, waardoor een brandbaar mengsel vanaf de carburator in het carter aangevoerd wordt (inlaatpoort).

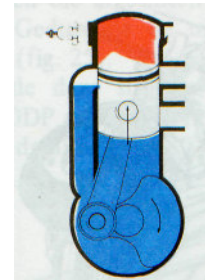
EENVOUDIGE CONSTRUCTIE

Door de aanwezigheid van kleppen en het daarbij behorende mechanisme (nokkenas) om deze te openen en te sluiten is de tweeslagmotor eenvoudiger van bouw.

De smering van deze motor geschiedt door olie die door de benzine gemengd is met als gevolg dat in het carter geen voorraad olie aanwezig is en onderdelen voor een ingewikkeld smeersysteem overbodig zijn.

De onderdelen die gesmeerd worden - met door de olie gemengde benzine - staan aangegeven in fig. 32 (rood gekleurde vlakken).

ONDER EN BOVEN DE ZUIGER



Alvorens op de verdere werking van de tweeslagmotor in te gaan, willen wij er nog eens uitdrukkelijk op wijzen, dat er - in tegenstelling tot de vierslagmotor - twee ruimtes zijn die een aandeel hebben in de werking van de tweeslagmotor.

In de eerste plaats de ruimte die wordt gevormd boven de zuiger. Deze ruimte zal het grootst zijn wanneer de zuiger zich op het ODP bevindt en het kleinst wanneer de zuiger in het BDP is gekomen. (Dan bevindt zich nog alleen de inhoud van de verbrandingskamer boven de zuiger.) In de tweede plaats de ruimte die zich onder de zuiger bevindt. Deze wordt gevormd door de inhoud van het carter verminderd met de ruimte die krukas en drijfstang in beslag nemen en de ruimte die aanwezig is in de zuigerholte. De ruimte zal het grootst zijn als de zuiger in het BDP is gekomen. In beide ruimtes speelt zich gelijktijdig een deel van het arbeidsproces van de tweeslagmotor af, waarvan wij de gebeurtenissen hierna zullen behandelen.

ONDER DE ZUIGER

Zoals reeds gezegd, zal de ruimte onder de zuiger het kleinst zijn als de zuiger zich in het ODP bevindt en het grootst wanneer deze in het BDP is. Wij beginnen na te gaan wat er gebeurt, als de zuiger

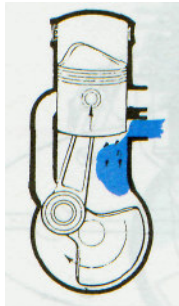


fig. 34 Zuiger omhoog: onderdruk in compressie carter

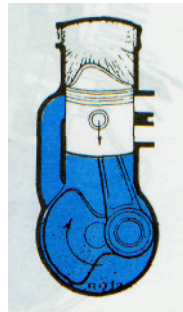


fig. 35 Zuiger omlaag: voor- in carter

op het ODP staat en zich naar boven gaat bewegen. Hierdoor zal de ruimte onder de zuiger groter worden, waardoor een onderdruk in het carter gaat heersen. Door de onderkant van de zuiger wordt tijdens het naar boven gaan de inlaatpoort vrijgegeven. Op de opening van de inlaatpoort, is de carburator aangesloten. Door de onderdruk in het carter zal nu een brandbaar mengsel in de carter-ruimte stromen (fig. 34). Wanneer de zuiger de BDP is gepasseerd, zal de onderkant van de zuiger in het begin van de neergaande slag de inlaatpoort weer afsluiten. De ruimte onder de zuiger wordt nu steeds kleiner, waardoor het brandbare mengsel dat zojuist in de ruimte is gekomen, onder druk zal komen te staan (fig. 35).

BOVEN DE ZUIGER

Wij gaan nu eerst eens na wat er in dezelfde tijd boven de zuiger is gebeurd. De zuiger bevond zich

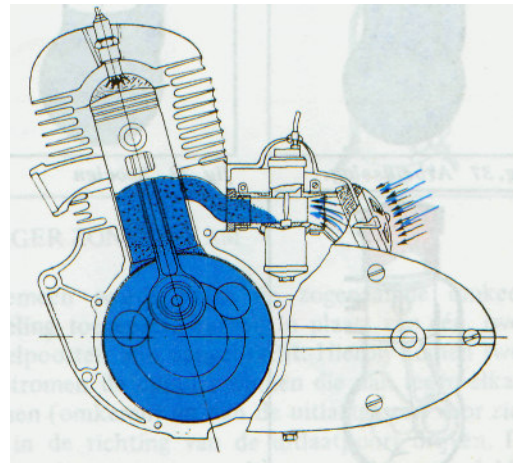


fig. 36 Vulling van liet carter

in het BDP en er is op dat moment juist een verbranding begonnen. De zuiger gaat nu gedurende de arbeidsslag naar beneden (fig. 37). Heeft de zuiger een gedeelte van de arbeidsslag afgelegd, dan worden door de zuiger twee poorten geopend, namelijk eerst de uitlaatpoort, waardoor de verbrande gassen verdwijnen en daarna de spoelpoort, waardoor een brandbaar mengsel vanuit het carter in de cilinder komt. Deze gebeurtenissen spelen zich tegelijkertijd af en deze periode noemt men het spoelen (fig. 38). De zuiger komt nu in het ODP, zal zich weer omhoog begeven en gedurende deze opwaartse slag vindt het spoelen doorgang tot bij de omhooggaande slag de zuiger beide poorten weer sluit. Daarna begint de eigenlijke compressie-slag (fig. 39),

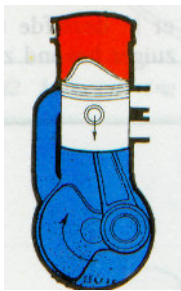


fig. 37 *Arbeidsslag.*

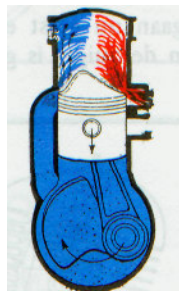


fig. 38 *Spoelen*

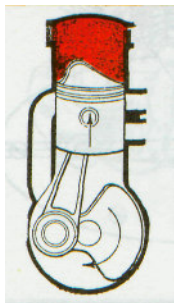


fig. 39 *Compressie in cilinder.*

UITLAATPOORT OPENT EERDER DAN DE SPOELPOORT

De uitlaatpoort heeft men hoger in de cilinderwand geplaatst dan de spoelpoort. Daardoor wordt de uitlaatpoort bij de benedenwaartse slag eerder geopend dan de spoelpoort. Dit is beslist noodzakelijk, daar door de verbranding een restdruk in de cilinder achterblijft die hoger ligt dan de druk waaronder het verse mengsel zich in het carter bevindt. Zouden dus beide poorten tegelijk worden geopend, dan zou geen vers mengsel in de cilinder stromen, maar een verbrand mengsel in het carter. Opent men de uitlaat eerder, dan zal de restdruk in de cilinder kunnen worden afgevoerd voordat de spoelpoort wordt geopend. Door de druk waaronder het vers; mengsel in het carter staat, zal de cilinder worden gevuld, terwijl de resten verbrand mengsel nog door de uitlaatpoort worden weggedrukt.

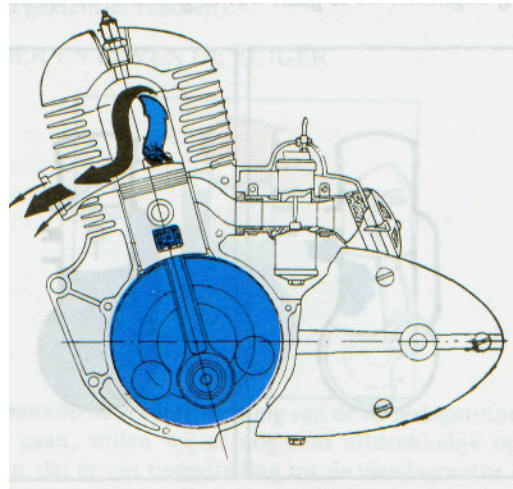


fig. 40 *Het wegdrukken van verbrand gas.*

OVERZICHT VAN DE 2-SLAG MOTOR

<i>stand van de zuiger</i>	<i>in het carter</i>	<i>in de cilinder</i>
<i>BDP</i>	<i>aanzuigen</i>	<i>ontsteking</i>
<i>zuiger naar beneden</i>	<i>voor comprimeren</i>	<i>verbranding</i>
<i>ODP</i>	<i>overstromen</i>	<i>spoelen zuiger</i>
<i>omhoog</i>	<i>inlaten</i>	<i>comprimeren</i>

DE ZUIGER HEEFT EEN KAM

Om te voorkomen dat tijdens het spoelen de stroom vers mengsel dwars door de cilinder rechtstreeks door de uitlaatpoort verdwijnt, heeft men op de

zuiger een kam aangebracht, die de mengselstroom een omhooggerichte beweging geeft (zie fig. 38). Deze kamzuiger heeft enige nadelen, waarvan de belangrijkste de slechte warmteafvoer is, waardoor de kam erg warm wordt. Deze constructie wordt dan ook praktisch niet meer toegepast.

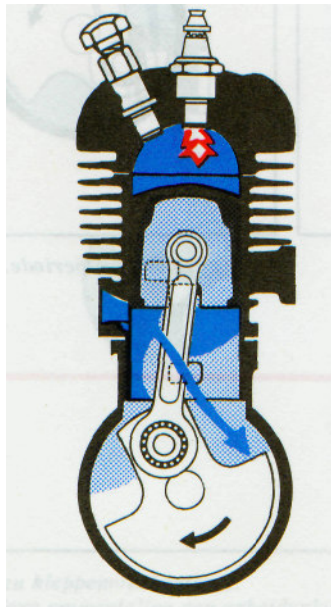
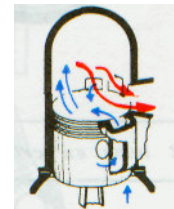
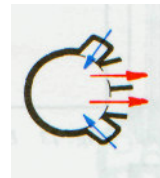


fig. 41 inlaat en verbranding



ZUIGER ZONDER KAM

Algemeen wordt thans de zogenaamde omkeerspoeling toegepast, waarbij in plaats van één, twee spoelpoorten zijn aangebracht. Hierbij komen twee gasstromen de cilinder binnen die dan tegen elkaar botsen (omkeren) en dan de uitlaatgassen voor zich uit in de richting van de uitlaatpoort drijven. De kam is dan niet meer nodig en men kan een vlakke zuigerbodem toepassen. In de figuren 41 tot 46 is de werking van dit systeem te volgen.

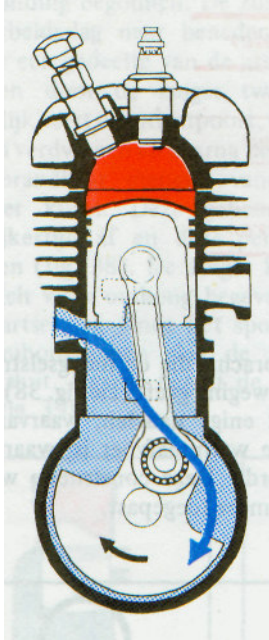
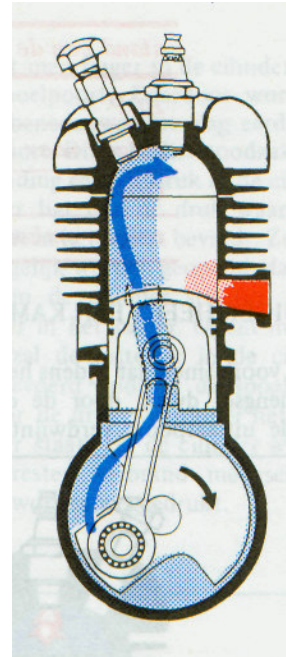
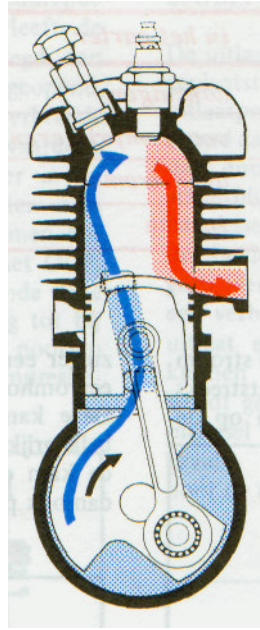


Fig. 12 Inlaat e>i Verbranding voltooid, jütf.-1'l Begin spoelptriode.



lig. 1-i Eind spoelperiwle.



jig.45 Onikeerspocliiig: vlakke zuigereeii2sf>oelt>oorten

5. VERSCHILLEN TUSSEN TWEESLAG EN VIERSLAGMOTOREN

Nu wij de werking van de tweeslagmotor hebben behandeld zullen wij het grote verschil met de vierslagmotor nagaan.

Bij de tweeslagmotor zal elke keer als de zuiger in het BDP komt een ontsteking en dus een verbranding plaatsvinden. Dit betekent dat bij elke omwenteling van de krukas er een arbeidsslag is. dit in tegenstelling met de vierslagmotor, die hier-

voor twee omwentelingen van de krukas nodig heeft. Wij kunnen dus stellen, dat een tweeslagmotor het dubbele aantal arbeidsslagen van een vierslagmotor heeft.

Dat deze motor niet het dubbele vermogen kan opbrengen is ondermeer toe te schrijven aan het feit, dat de spoeling gepaard gaat met verliezen. Daar dus het vermogen per arbeidsslag minder is, is het rendement van een tweeslagmotor ook geringer, Bij de behandeling van het poortendiagram komen wij hier nader op terug. (Motor deel II).



fig. 46a Geen kleppenmechanisme.
Iedere omwenteling een arbeidsslag
Mengsmering
Spoelverliezen.

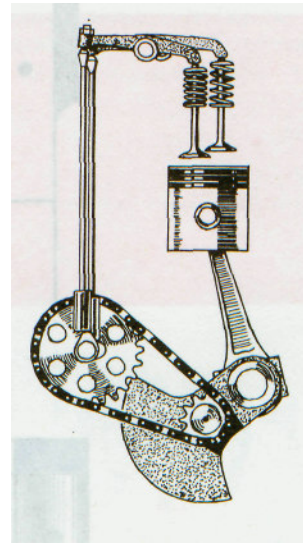
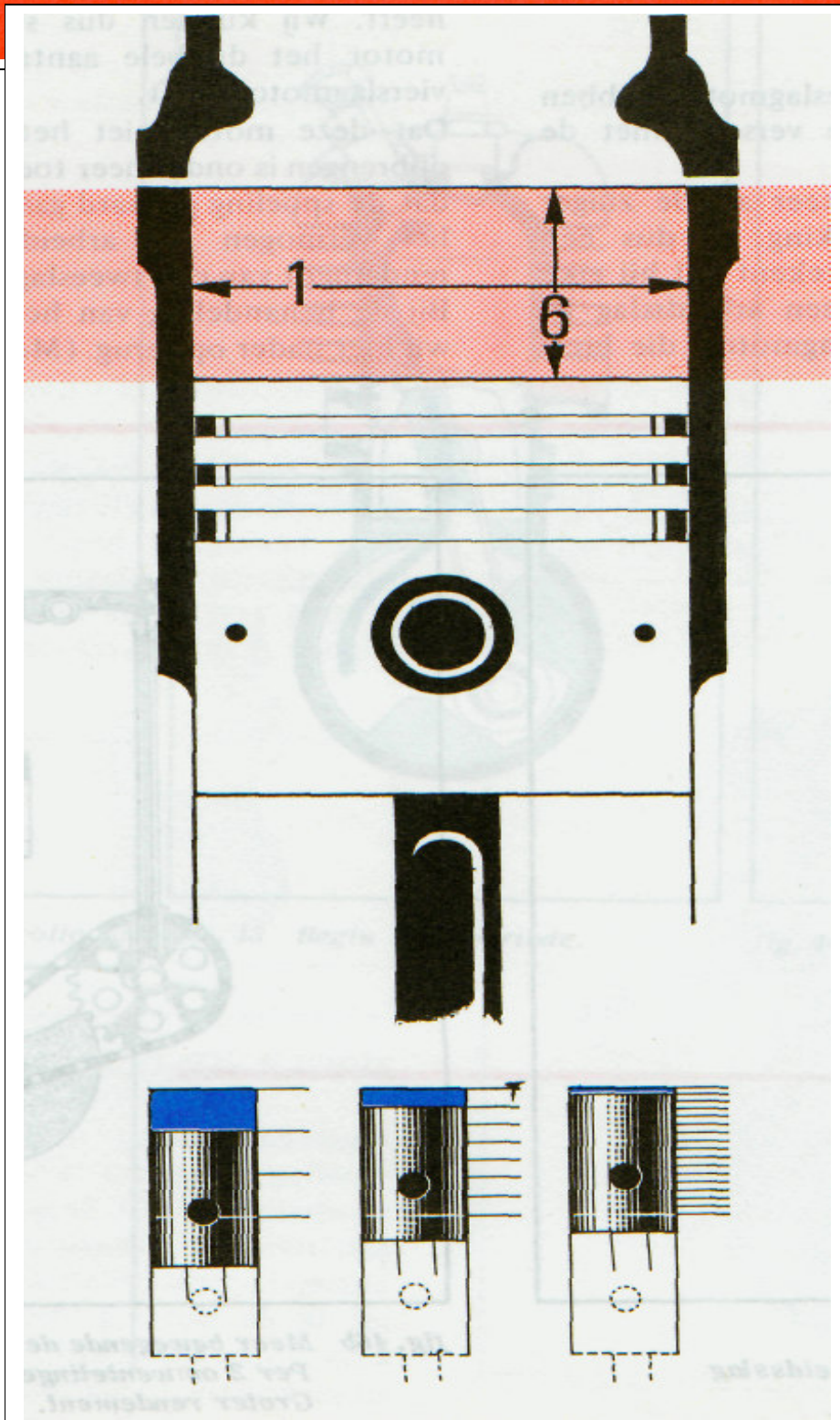


fig. 46b Meer bewegende delen.
Per 2 omwentelingen een arbeidsslag.
Groter rendement.

ENIGE BEGRIPPEN



6. HET SLAGVOLUME EN DE VERBRANDINGSRUIMTE

Wij zagen, dat wij naar de werking van de motoren een verdeling in twee- en vierslagmotoren kunnen maken. Zo is er ook een verdeling mogelijk naar het aantal cilinders en het slagvolume van de diverse motoren. Vooral deze laatste indeling wordt veel gebruikt voor type-aanduiding van automobielen.

Wij verstaan onder de slag de afstand die de zuiger aflegt van BDP naar ODP (en omgekeerd). De cilinder heeft echter ook nog een diameter. Deze diameter wordt bij motoren "boring" genoemd (fig. 47). Met deze twee gegevens, boring en slag is de inhoud van het stuk cilinder tussen BDP en ODP te berekenen. Deze ruimte noemt men dan slagvolume of zuigerverplaatsing. In technische gegevens van motoren wordt ook de term cilinderinhoud gebruikt.

Als de inhoud van een ruimte berekend moet worden vermenigvuldigen wij drie maten met elkaar: lengte x breedte x hoogte (fig. 48). Nu is de oppervlakte van het grondvlak lengte x breedte. Wanneer wij dus de oppervlakte van het grondvlak met de hoogte vermenigvuldigen krijgen wij de inhoud. Op dezelfde manier gaan wij te werk bij het slagvolume. Als oppervlakte van het grondvlak nemen wij dan de oppervlakte van de cilinderdoorsnede en als hoogte de slag. Kijken we bovenop de cilinder dan zien wij deze als een cirkel. De oppervlakte van de cilinderdoorsnede is in feite de oppervlakte van een cirkel, waarvan de diameter of boring bekend is.

Wij nemen aan, dat het uitrekenen van de oppervlakte van een cirkel bekend is, namelijk met de formule $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$, waarin π het getal 3,14 voorstelt en d de diameter of boring. Indien wij deze uitkomst vermenigvuldigen met de slag, krijgen wij het slagvolume van de cilinder. Aangezien de boring en slag worden opgegeven in millimeters zal de

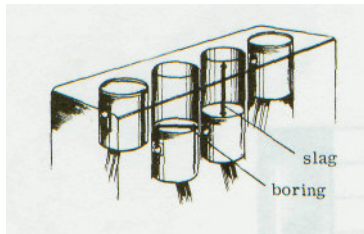


Fig. 47 Boring en slag bepalen het slagvolume

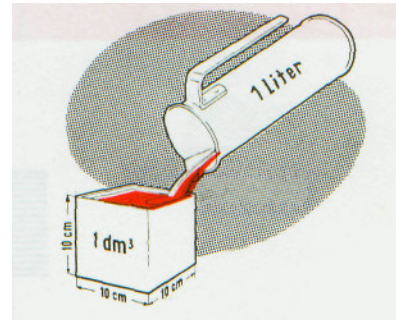


fig. 48 Inhoud is oppervlak grondvlak maal de hoogte

uitkomst door 1000 moeten worden gedeeld om cm^3 te krijgen. Deze uitkomst moet worden vermenigvuldigd met het aantal cilinders dat de motor heeft om het slagvolume van de gehele motor te vinden.

De inhoud van de verbrandingsruimte is moeilijk te bepalen met lengte x breedte x hoogte omdat dit een onregelmatige ruimte is. Fig. 48a geeft weer hoe men deze inhoud kan bepalen.

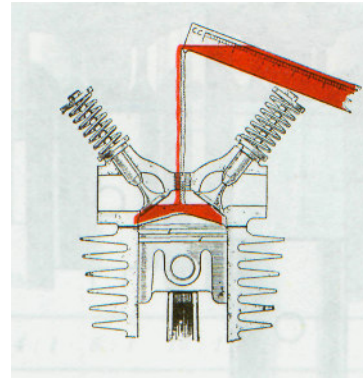


fig.48a Inhoud verbramlingsruimte

Rekenvoorbeelden

*Gegeven: 4 cilindermotor
boring 68 mm
slag 75 mm*

Gevraagd: slagvolume van deze motor

Oplossing: $1/4 \times 3,14 \times 68 \times 68 \times 75 = 2\,72238\text{ mm}^3 = 2\,72,238\text{ cm}^3$ Er zijn 4 cilinders dus het totale slagvolume is: $4 \times 272,238 = 1089\text{ cm}^3$ (afgerond) $1089\text{ cm}^3 = 1,089\text{ dm}^3 = 1,087\text{ lt}$.

*Gegeven: bromfietsmotor
boring 35 mm
slag 40 mm*

Gevraagd: slagvolume

Oplossing: $1/4 \times 3,14 \times 35 \times 35 \times 40 = 38465\text{ mm}^3 = 38,465\text{ cm}^3$.

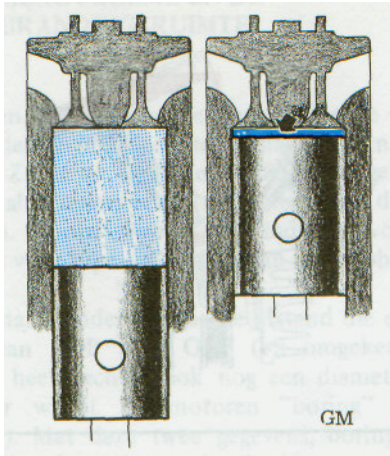


fig. 49 Samenpersen van het gas

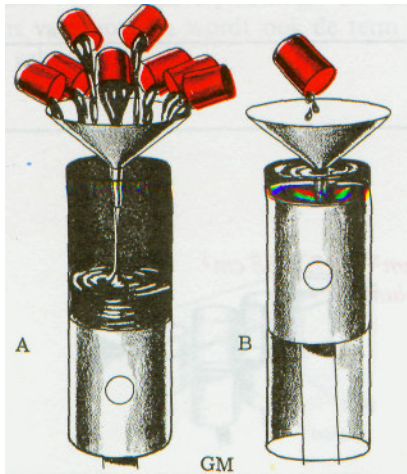


fig. 50 Van 8 naar 1

7. DE COMPRESSIEVERHOUDING

Wie wel eens de gegevens van een motor heeft doorgenomen zal de term compressieverhouding zijn tegengekomen met daarbij een bepaalde waarde, bijvoorbeeld 8:1. Wij zullen eens nagaan wat dit betekent.

Wij weten dat tijdens de compressieslag een hoeveelheid brandbaar mengsel wordt samengeperst in de ruimte die boven de zuiger overblijft wanneer deze in het BDP staat (fig. 49). Hoe kleiner deze ruimte wordt bij eenzelfde slagvolume, des te hoger zal de druk van dit mengsel worden. Deze druk geeft een betere en snellere verbranding van het mengsel. Hoe hoger de druk wordt, des te hoger is het rendement van de verbranding. Bij het begin van de compressieslag is de gehele ruimte boven de zuiger gevuld (fig. SOA). Deze vulling wordt geperst in de verbrandingskamer (fig. 50B). De ruimte boven de zuiger bij A is 8 maal groter dan de ruimte boven de zuiger bij B. Men spreekt in dit geval van een compressieverhouding van 8:1. Het is dus een verhouding tussen twee ruimtes, namelijk de verhouding tussen de ruimte boven de zuiger in het

ODP tot de luimt! boven üe mip in tist BE*-,

De ruimte boven de zuiger in het ODP wordt gevormd door het slagvolume + inhoud verbrandingskamer en de ruimte boven de zuiger in BDP door de inhoud van de verbrandingskamer alleen. Aangezien het verhoudingsteken hetzelfde is als een deelteken, kunnen wij de verhouding ook anders schrijven:

$$\text{Compressieverhouding} = \frac{\text{slagvolume} + \text{inhoud verbrandingskamer}}{\text{inhoud verbrandingskamer}}$$

Voor slagvolume heeft men de afkorting V_s gekozen en voor de inhoud van de verbrandingskamer V_c . In afgekorte vorm krijgen wij dan:

$$\text{compressieverhouding} = \frac{V_s + V_c}{V_c}$$

HOE HOOG IS DE COMPRESSIEVERHOUDING

Bij benzinemotoren mag men niet te hoog gaan met de compressieverhouding. Hoe hoger de druk wordt des te hoger wordt ook de temperatuur van het mengsel (fig. 52 en 53). Bij te hoge compressie zal dan het mengsel van lucht en benzine een zodanige temperatuur krijgen, dat het uit zichzelf gaat branden op een ongecontroleerd tijdstip, dat wil zeggen, de verbranding begint bij een foutieve stand van de zuiger nog voordat de bougie heeft gevonkt. De grens voor de compressieverhouding bij deze motoren is $\approx 11:1$. Bij dieselmotoren is dit anders. Daar wordt alleen lucht samengeperst en op een bepaald tijdstip een hoeveelheid verstoven brandstof ingespoten. Nu moet de temperatuur van de lucht zo hoog zijn, dat de ingespoten brandstof gaat verbranden. Hiervoor is dus wel een hoge compressieverhouding nodig, namelijk van $\approx 20:1$.

Rekenvoorbeeld:

Geg: 8 cilinder vierslagmotor
slagvolume 4,8 liter

inhoud van één verbrandingskamer is 100 cm^3

Gevr: De compressieverhouding.

totale slagvolume is 4,8 liter dus 4800 cm^3 Opl:
per cilinder is dat 600 cm^3

$$\text{Compr. verh.} = \frac{V_s + V_c}{V_c} = \frac{600 + 100}{100} = \frac{700}{100} = 7$$

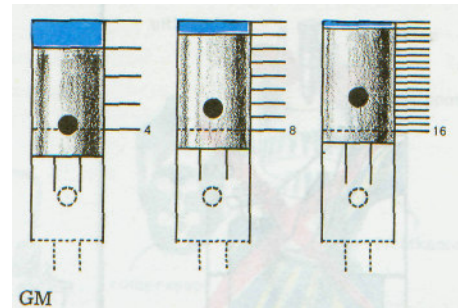


fig. 51 4:1 8:1 16:1

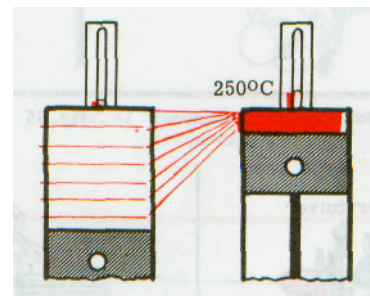


fig. 52 6:1 lage compressie-eindtemperatuur

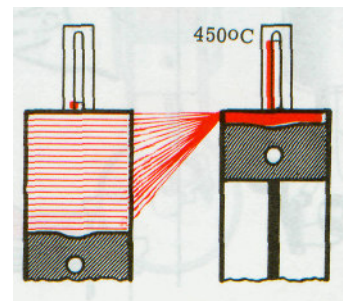


fig. 53 16:1 hoge compressie-eindtemperatuur

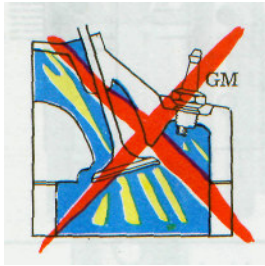


fig.54 Inlaatslag: geen niettscl

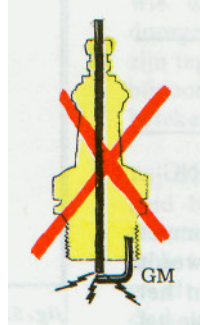


fig.55 Bougie overbodig

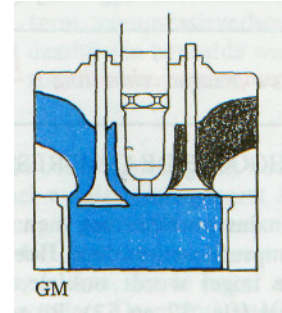
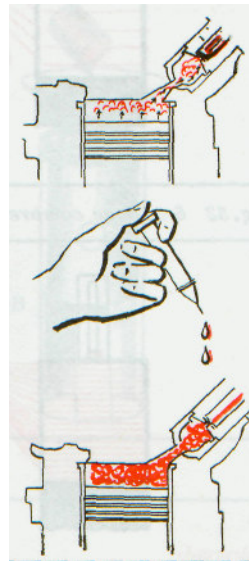


fig.56 Inlaatslag: enkel lucht



fig. 57
Verstuiver inplaats
van bougie



Insputen
brandstof

8. DIESELMOTOREN

Zoals wij bij de vierslag-benzinemotoren hebben gezien wordt er tijdens de inlaatslag langs de inlaatklep in de cilinder een mengsel van lucht en benzine aangevoerd (fig. 54).

Aan het eind van de daarop volgende compressieslag springt aan de bougie een vonk over (fig. 55) welke het mengsel ontsteekt, waardoor dit gaat verbranden.

Bij de inlaatslag van een vierslag-dieselmotor wordt echter alleen lucht aangevoerd (fig. 56) en tijdens de compressieslag wordt dan ook alleen lucht samengeperst. In plaats van een bougie is bij de dieselmotor een verstuiver boven in de cilinder gemonteerd. De verstuiver zorgt ervoor, dat aan het eind van de compressieslag een hoeveelheid brandstof (dieselolie)

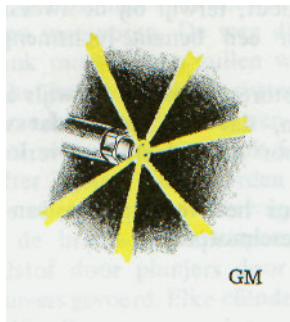


fig. 59 Brandstoffijn verdeeld

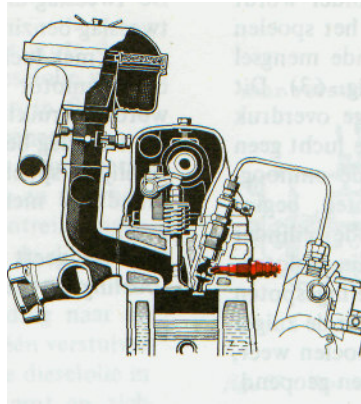


fig-60 Soins gloeibongie als shirtlw/}

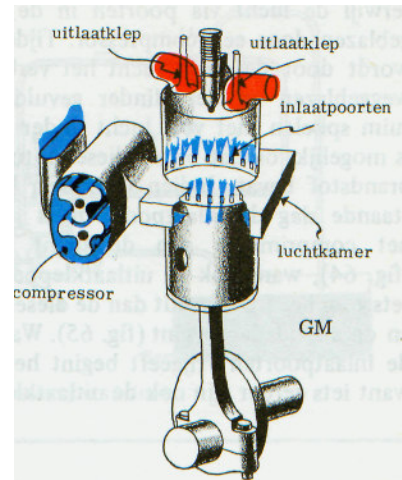


fig-61 Ontsteking door hoge temperatuur

aan de sterk verwarmde lucht wordt toegevoerd (fig. 58). Het nu ontstane brandbare mengsel gaat door deze hoge temperatuur tot zelfontbranding over.

Op deze wijze wordt een brandbaar mengsel gevormd, dat door de hoge temperatuur gaat branden (fig. 61). De arbeidsslag en de uitlaatslag verlopen op dezelfde wijze als bij de vierslag-benzinemotor. Evenals bij benzinemotoren, -kent men bij de dieselmotor de tweeslaguitvoering. Ook hierbij vindt er bij elke omwenteling van de krukas een arbeidsslag plaats.

Omdat de brandstof in de samengeperste lucht moet doordringen moet deze met kracht worden ingespoten (fig. 59). Hierdoor wordt de brandstof bovendien fijn verdeeld in de lucht gebracht. De tweeslag-dieselmotor bezit vaak wel uitlaatkleppen,

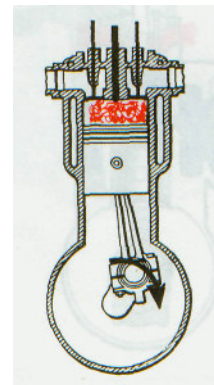


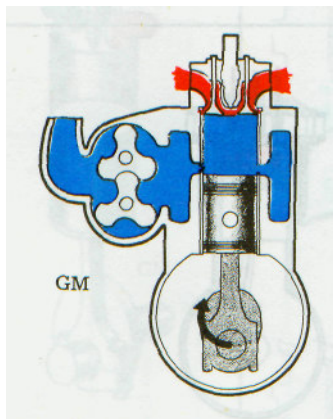
fig. 62 Tiveeslagdiesebnotor vaak ivel uitlaatkleppen.

terwijl de lucht via poorten in de cilinder wordt geblazen door een compressor. Tijdens het spoelen wordt door de verse lucht het verbrande mengsel weggeblazen en de cilinder gevuld (fig. 63). Dit ruim spoelen met veel lucht onder enige overdruk is mogelijk, omdat bij de dieselmotor de lucht geen brandstof bevat. Indien de zuiger bij de omhoogstaande slag de inlaatpoort heeft gesloten, begint het comprimeren van de lucht in de cilinder (fig. 64), want ook de uitlaatkleppen zijn gesloten. Iets voor het BDP wordt dan de dieselolie ingespoten en de arbeidsslag begint (fig. 65). Wanneer de zuiger de inlaatpoorten vrijgeeft begint het spoelen weer, want iets eerder zijn ook de uitlaatkleppen geopend.

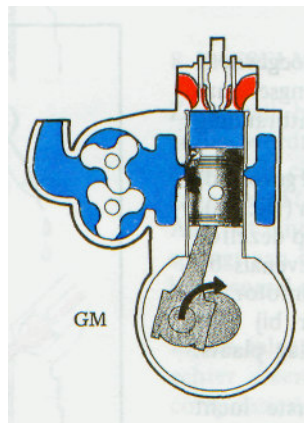
De tweeslag-dieselmotor heeft tenopzichte van de tweeslag-benzinemotor het voordeel dat het spoelen alleen met lucht geschiedt, terwijl bij de tweeslag-benzinemotor hiervoor een benzine-luchtmengsel wordt gebruikt.

Bij tweeslag-benzinemotoren ontstaan dikwijls aanzienlijke spoelverliezen, dat wil zeggen dat vers brandbaar mengsel door de uitlaatpoort verloren gaat.

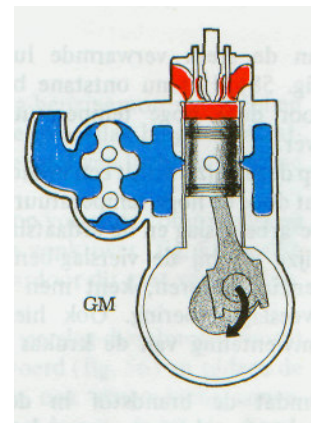
Fig- 66 geeft nog eens het verloop aan van de spoeling bij tweeslag-dieselmotoren.



fig, 63 Spoelen



fig,64 Compressie s lag



fig, 65 Arbeidsslag

BRANDSTOFINSPUITING

Zoals gezegd moet de dieselolie onder grote druk worden ingespoten. De weg die de dieselolie vanaf de tank moet volgen zullen wij nagaan in fig. 67, waar het brandstofleiding-systeem is afgebeeld. De brandstof wordt door een pompje 3 met voor-filter 4 uit een voorraadtank 5 gezogen en naar een fijnfilter 2 geleid. Daar worden alle verontreinigingen uit de olie gefiltreerd. Vervolgens gaat de dieselolie naar de brandstof-inspuitpomp. Hierin wordt de brandstof door plunjers door een leiding naar de verstuivers gevoerd. Elke cilinder heeft één verstuiver (fig. 68). Deze zorgt er dus voor dat de dieselolie in vernevelde toestand in de cilinder komt en zich daardoor goed vermengt met de hete samengeperste lucht.

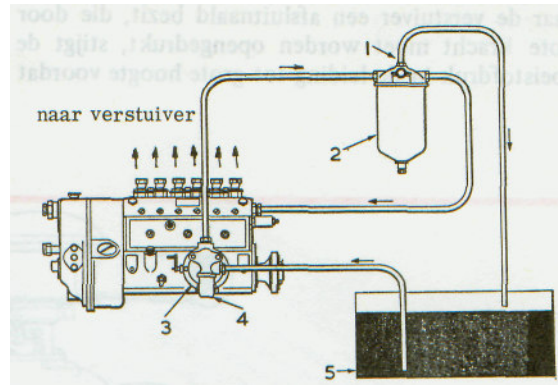
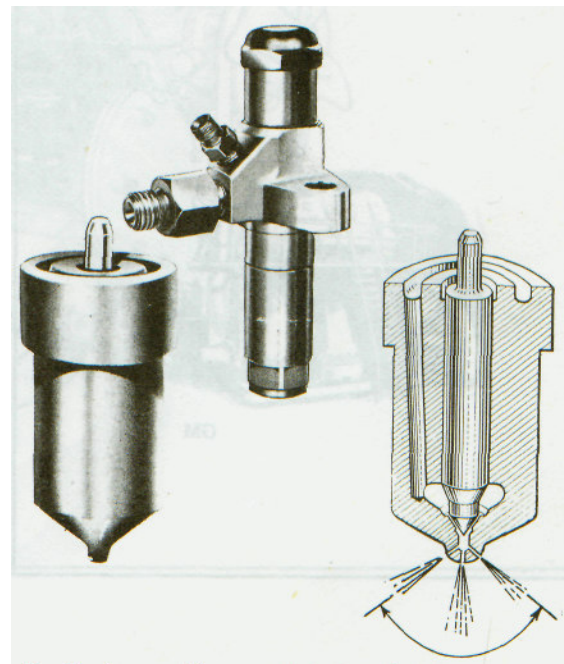
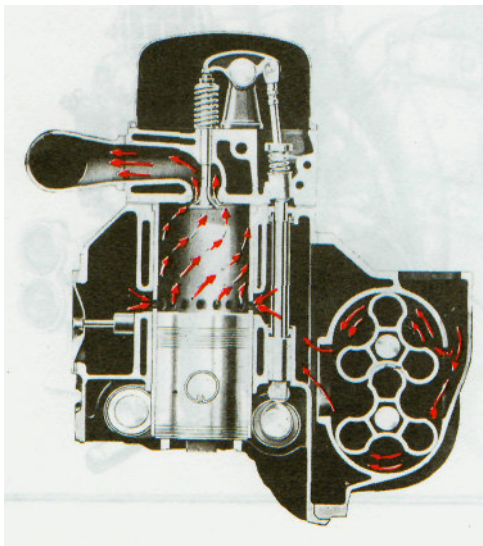


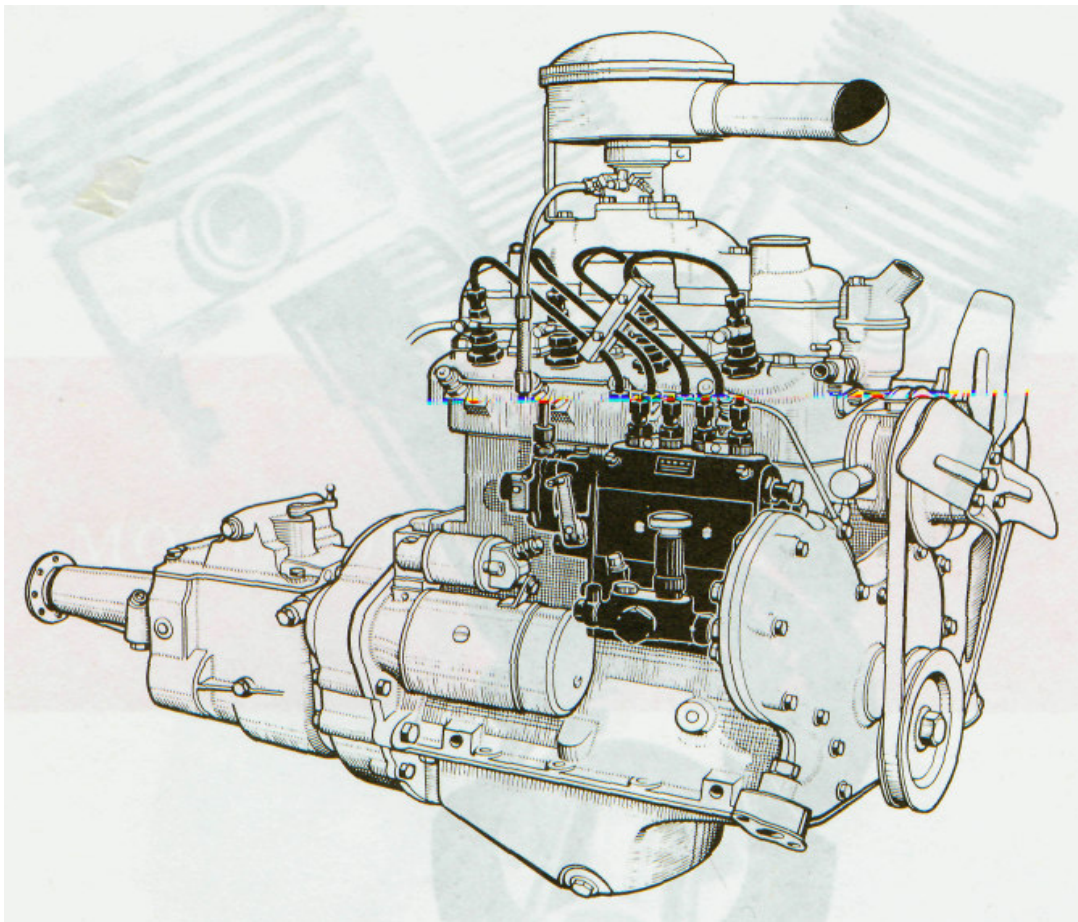
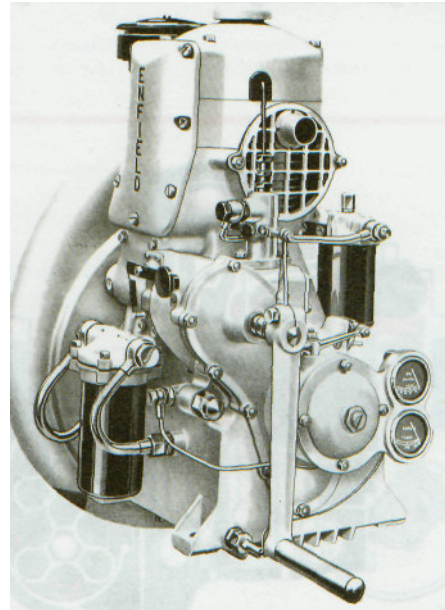
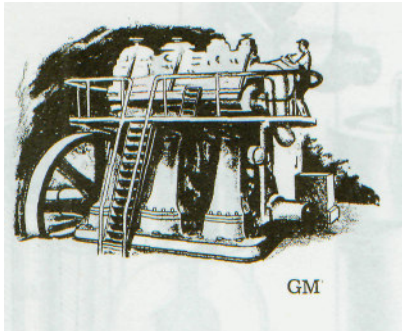
fig. 67 Van tank naar verstuiver.

fig. 66 Tweeslagmotor en toch een nokkenas.

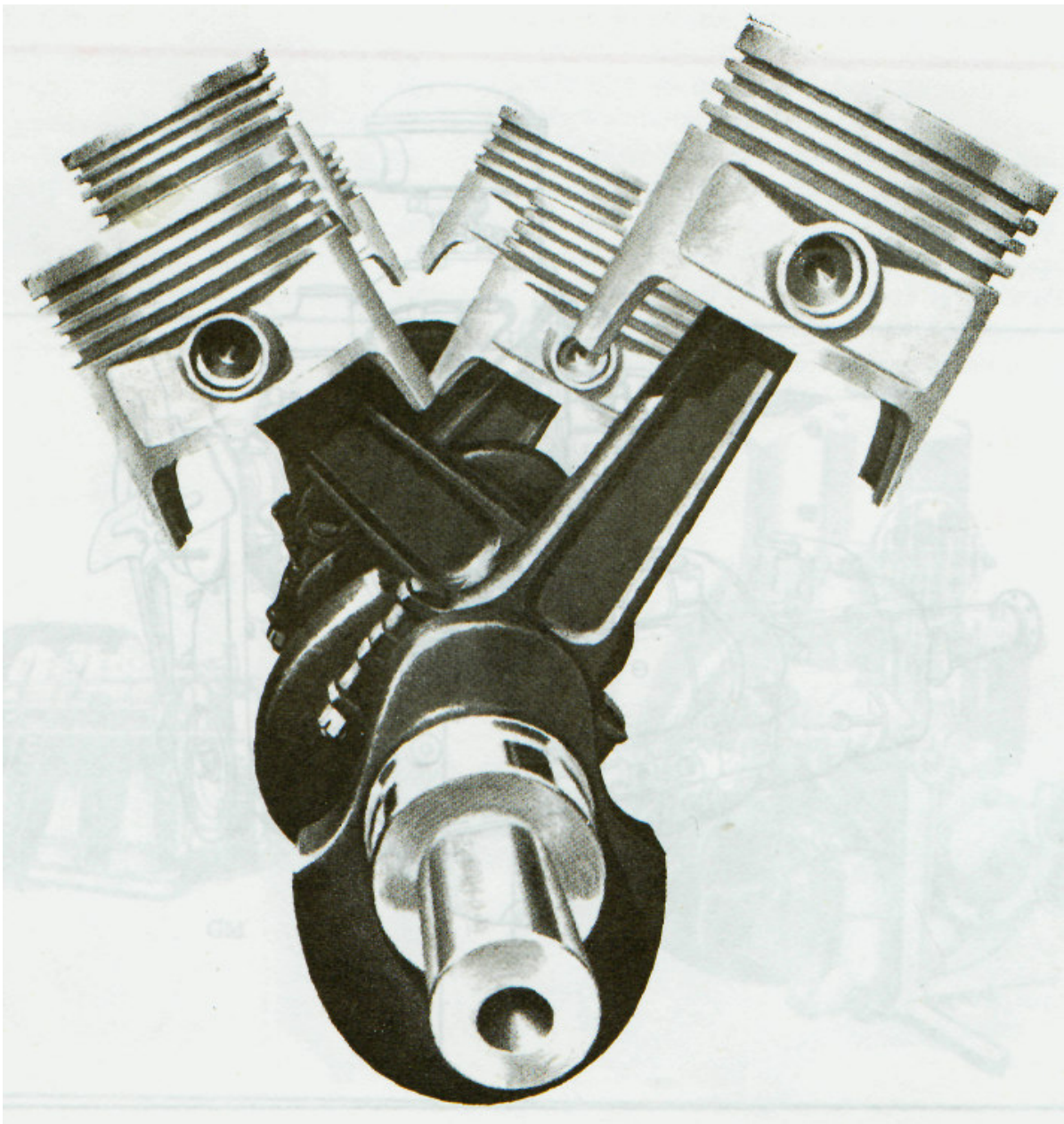


Daar de verstuiver een afsluitnaald bezit, die door grote kracht moet worden opgedrukt, stijgt de vloeistofdruk in de leiding tot grote hoogte voordat

de naald de verstuiveropening vrijlaat. De brandstof wordt daardoor met grote kracht verstoven,



MOTORONDERDELEN



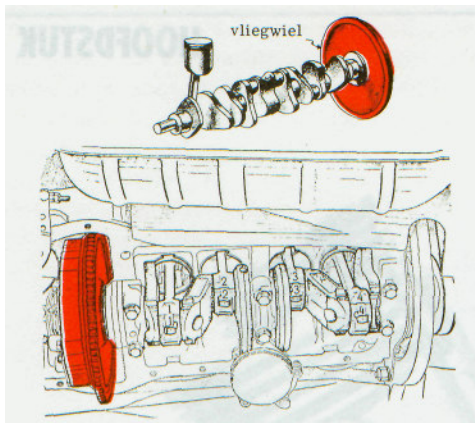
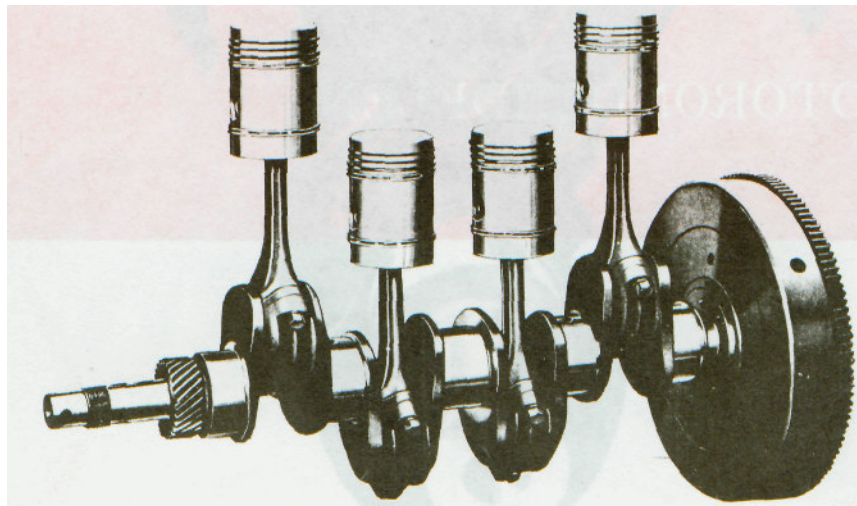


fig- 72 Aan de krukas zit het vliegwiel.

9. DE TAAK VAN HET VLEGWIEL

DE KRUKAS MOET BLIJVEN DRAAIEN

Wij weten dat bij een vierslagmotor de krukas twee omwentelingen moet draaien, voordat er één werkslag heeft plaatsgevonden. Deze werkslag per 2 omwentelingen moet de krukas aan het draaien houden. Gedurende de andere drie slagen wordt geen kracht door verbrandingsdruk op de krukas uitgeoefend en toch moet deze blijven draaien om aan de volgende arbeidsslag toe te komen. Daarom heeft men aan het uiteinde van de krukas een zwaar wiel gemonteerd, dat met deze as meedraait (fig. 72).



fig, 73 Per twee krukasomwentelingen vier arbeidsslagen.

Dit vliegwiel zal als het eenmaal op snelheid is gebracht deze snelheid enige tijd willen handhaven. Het houdt dus de krukas draaiende tot de volgende arbeidsslag. Bij een éencilinder-motor is er 1 arbeidsslag per 2 omwentelingen van de krukas.

Bij een viercilinder-motor (fig. 73) zijn er echter op twee krukasomwentelingen 4 arbeidsslagen. Per 2 omwentelingen krijgt de krukas 4 keer een "zet" om te blijven draaien. Het gevolg is, dat het vliegwiel in dit geval minder zwaar behoeft te zijn. Het is tevens duidelijk dat deze viercilinder-motor door het meer regelmatig opvolgen van de arbeidsslagen een rustiger loop heeft, dan een éencilinder-motor. Hierbij hebben wij immers elke $720:4 = 180$ het begin van een arbeidsslag.

Bij een zescilinder-motor zijn er 6 arbeidsslagen per twee omwentelingen van de krukas. Dat betekent dat elke $720:6 = 120^\circ$ een nieuwe arbeidsslag begint. Hieruit volgt, dat wanneer de arbeidsslag van een bepaalde cilinder nog niet is afgelopen (deze duurt immers 180°) de volgende alweer begint. Er is sprake van een "overlapping" en deze duurt bij de zescilindermotor $180 - 120 = 60^\circ$. De zescilinder-motor loopt dus nog regelmatig dan je viercilinder-motor

Tevens is op het vliegwiel een groot soort tandwiel gemonteerd, "starterkrans" genaamd. Hierin grijpt een tandwiel van de startmotor om de motor rond te draaien voor het aanslaan (fig. 75).

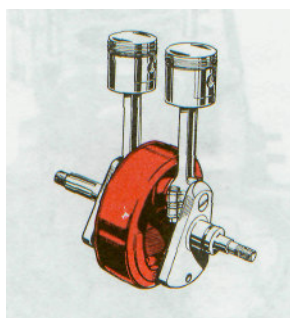


fig. 74 Het vliegwiel in het midden van de krukas

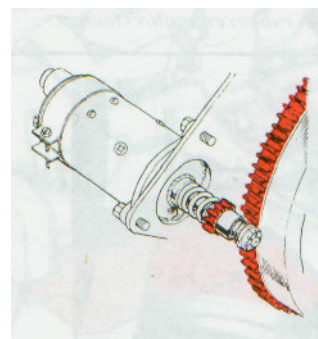


fig. 75 De startmotor draait de motor rond

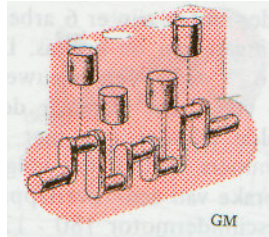


fig. 76 In het cilinderblok is het draaiende gedeelte ondergebracht.

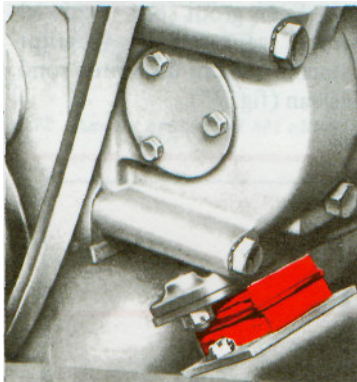


fig. 77 Door rubberen motors leunen

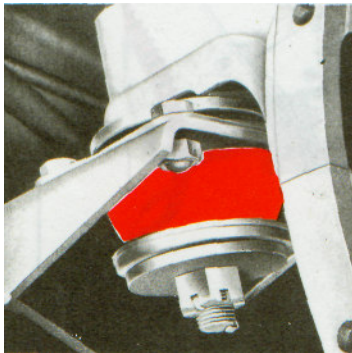


fig. 78 is de motor flexibel opgehangen

10. HET CILINDERBLOK

Het cilinderblok is het fundament van de motor. Hier zijn de krukas, de cilinders, de zuigers, de drijfstangen en het kleppenmechanisme ondergebracht (fig. 76). Tevens worden aan de buitenzijde van het blok verschillende hulpapparaten gemonteerd, zoals dynamo, startmotor, stroomverdeler en carburator.

Het cilinderblok is in het chassis op rubbersteunen gemonteerd om een elastische ophanging van de motor te verkrijgen (fig. 77 en 78). Bij watergekoelde motoren is in het cilinderblok een ruimte (dubbele wand) aangebracht voor het koelwater.

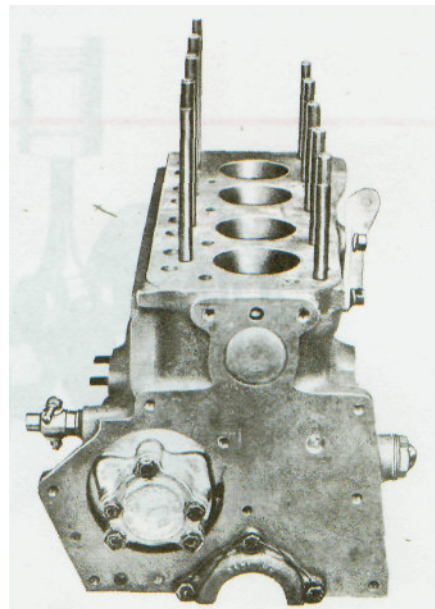


fig. 79 Motorblok van een viercilinder motor

Dit koelwater moet een deel van de ontwikkelde warmte in de cilinder afvoeren om te voorkomen, dat de temperatuur zo hoog stijgt, dat motoronderdelen (kleppen, zuigers, cilinderwanden worden beschadigd, doordat zij een te hoge temperatuur krijgen.

Bij luchtgekoelde motoren zijn de cilinders niet in een motorblok aangebracht. De cilinders staan hier los van elkaar op het huis, waarin de krukas draait (fig. 80 en 81).

Als materiaal voor het motorblok wordt gietijzer gebruikt of lichtmetaal. Aan de onderzijde van het motorblok is het carter gemonteerd (fig. 82). Hierin bevindt zich de olievoorraad van de motor.

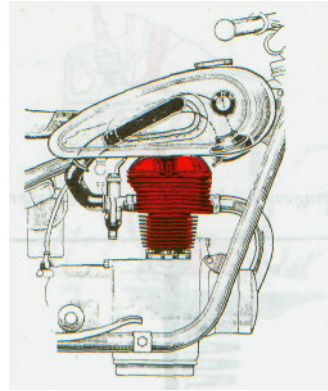


fig. 81 De cilinder staat in de rijwind opgesteld.

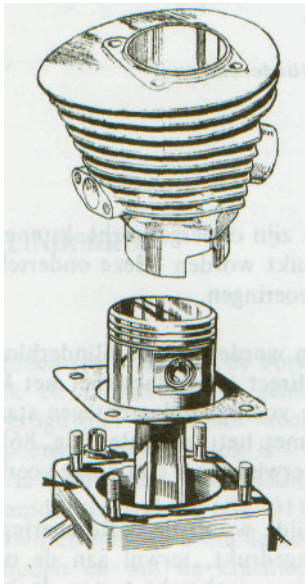


fig. 80 De cilinder is niet in een motorblok ondergebracht.

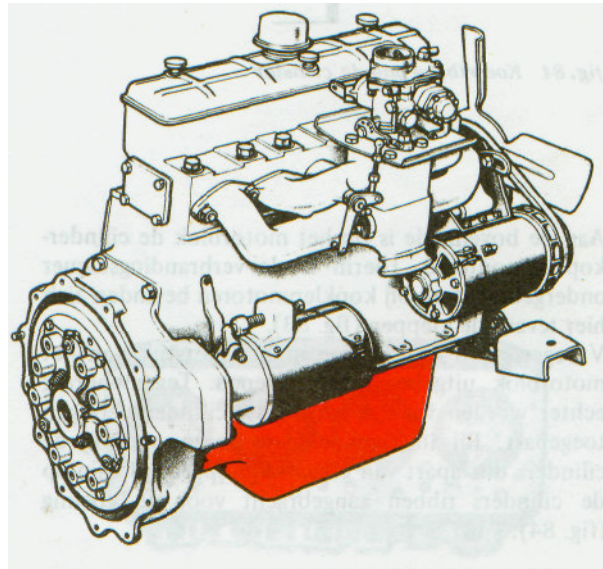


fig. 82 In het carter bevindt zich de olie

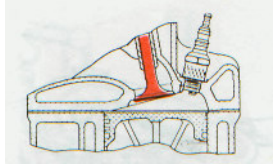


fig. 83 "Hangende" kleppen in de cilinderkop.

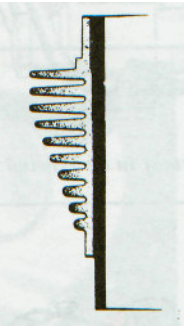


fig. 84 Koelribben aan de ei lintier

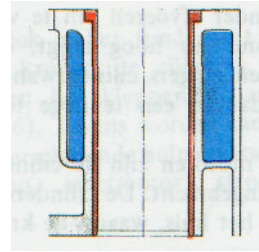


fig. 85 Droge cilindervoering

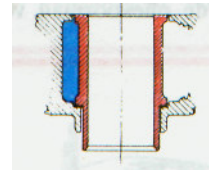


fig. 86 Natte cilindervoering

Aan de bovenzijde is op het motorblok de cilinderkop gemonteerd. Hierin is de verbrandingskamer ondergebracht en bij kopklepmotoren bevinden zich hier tevens de kleppen (fig. 83).

Vroeger werd de cilinder in het gietstuk van het motorblok uitgeboord en geslepen. Tegenwoordig echter worden vaak aparte losse cilindervoeringen toegepast. Bij luchtgekoelde motoren, waarbij de cilinders dus apart van elkaar zijn opgesteld, zijn op de cilinders ribben aangebracht voor de koeling (fig. 84).

NATTE EN DROGE VOERINGEN

Bij watergekoelde motoren, waarbij de cilinders dus

wel in één blok zijn ondergebracht, kunnen we - als voeringen gebruikt worden - deze onderscheiden in droge en natte voeringen.

Droge voeringen worden in het cilinderblok geperst en staan niet direct in contact met het koelwater (fig. 85). Natte voeringen daarentegen staan wel in direct contact met het koelwater (fig. 86). Zij zijn gemakkelijker verwisselbaar dan droge voeringen.

Aan de bovenzijde wordt de natte voering door de cilinderkop aangedrukt, terwijl aan de onderzijde een afdichting is aangebracht tussen de koelwater-ruimte en het carter.

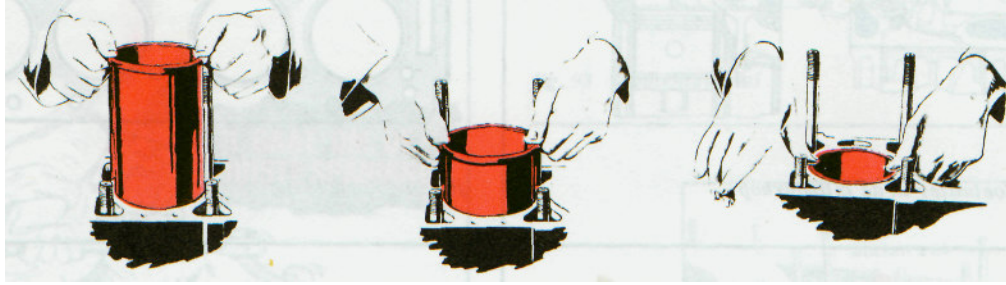
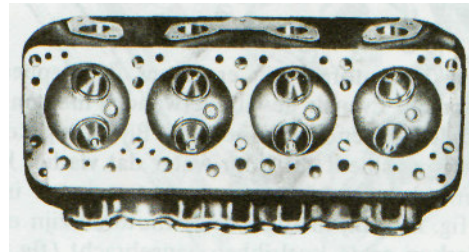


fig. 87 Het monteren van een natte cilindervoering

11. DECILINDERKOP

Wij vermeldden reeds, dat aan de bovenzijde van het cilinderblok de cilinderkop is gemonteerd. Deze wordt bevestigd met bouten of moeren. Tussen de cilinderkop en het cilinderblok is - om een goede afdichting te verkrijgen - een pakking aangebracht, de zogenaamde koppakking (fig. 91). De taak van de kopbouten en moeren is om de koppakking goed in te klemmen en om de krachten die door de verbranding ontstaan, op te nemen. In de cilinderkop is de verbrandingskamer aangebracht (fig. 88).

fig. 88 Verbrandingskamer in de cilinderkop



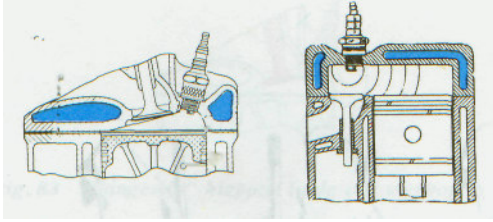


fig. 89 Koelwater in de cilinderkop

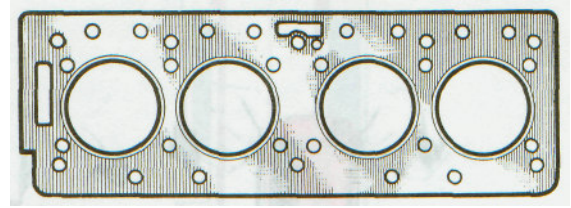


fig. 91 Koppakking

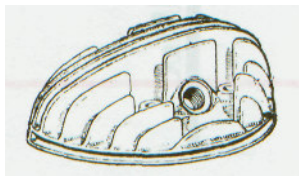


fig. 90 Koelribben op de cilinderkop

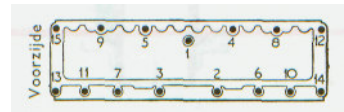


fig. 92 Volgorde van aanhalen van kopbouten

Bij kopklepmotoren zijn er tevens de kleppen in opgenomen. Evenals de cilinderwanden moeten ook de cilinderkoppen worden gekoeld. Bij watergekoelde motoren geschiedt dit "door water tiat via'tréi'Koèi-systeem, kan circuleren door waterruimtes in de kop (fig. 89). Bij luchtgekoelde motoren zijn op de cilinderkop grote koelribben aangebracht (fig. 90). Hier kan warmte door de langsstromende lucht worden afgevoerd.

IN DE JUISTE VOLGORDE

De cilinderkop wordt dus door bouten of moeren vastgezet op'nëi c\inilreh5i\V^."riij'itôu'va^tMii">üi de cilinderkop moet men er op letten dat dit aan halen van kopbouten in een bepaalde volgorde geschiedt om vervorming van het cilinderblok te voorkomen. Deze volgorde van aanhalen wordt door de fabriek opgegeven (fig. 92).

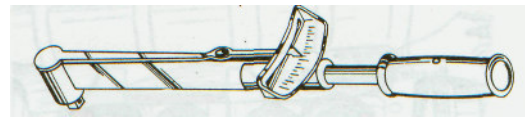


fig. 93 Momentsleutel

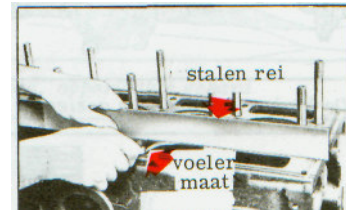


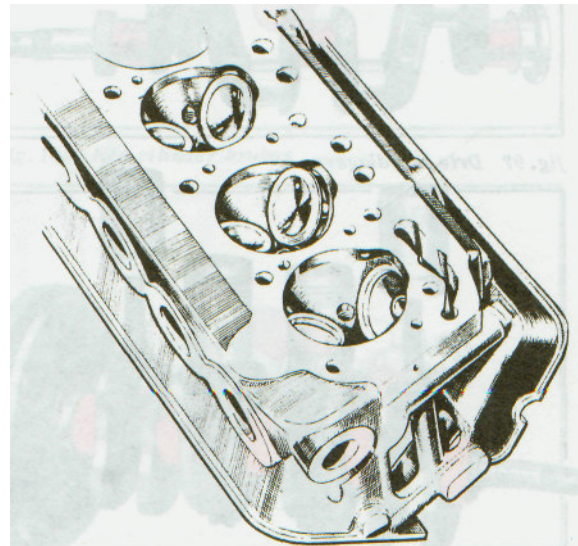
fig. 94 Het blok moet vlak zijn

De kopbouten moeten niet alleen in een bepaalde volgorde worden aangehaald, maar alle bouten moeten ook even sterk zijn aangedraaid. Op "gevoel" is dit niet mogelijk. Men moet hiervoor een moment-sleutel gebruiken (fig. 93). Op een schaal is af te lezen met welk moment de bout is aangehaald.

OOK DE VLAKKEN WERKELIJK ZUIVER VLAK

Vóór montage van de cilinderkop moet men er zeker van zijn - en dus controleren - dat beide pasvlakken van kop en blok volkomen vlak zijn. k dit niet **het** geval dan zal de koppakking niet **goed** aansluiten en na korte tijd weer lekslaan.

Het materiaal van de cilinderkop is gietijzer of lichtmetaal. Lichtmetaal wordt het meeste toegepast. De lichtmetalen kop moet echter vaak gevlakt worden voor de montage.



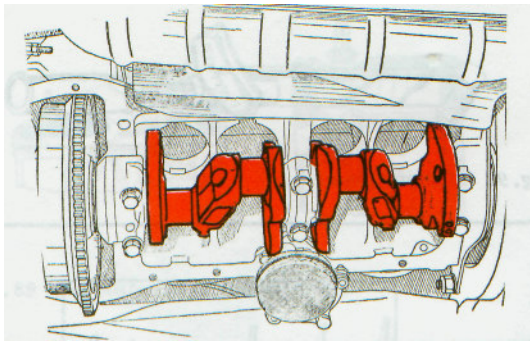


fig. 96 De krukas van onderen gezien

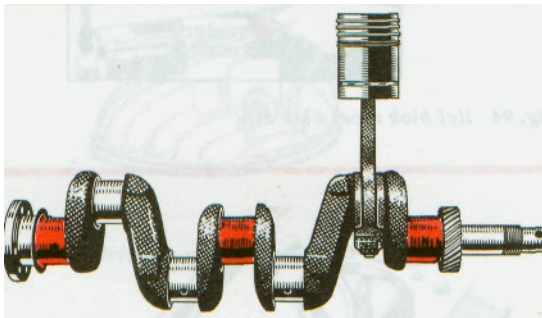


fig. 97 Drie hoofdlagers

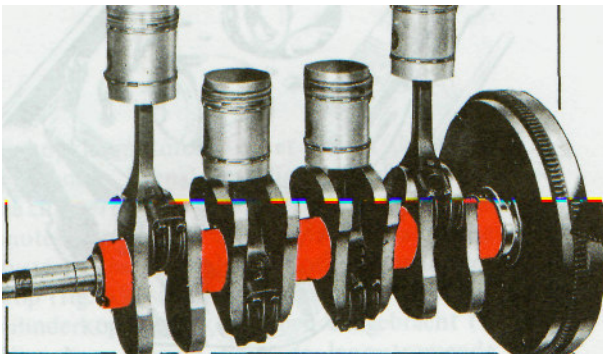


fig. 98 Vijf hoofdlagers

12. KRUKASSEN

In het cilinderblok is ook de krukas ondergebracht (fig. 96). Deze moet de op- en neergaande beweging van de zuigers omzetten in een draaiende.

HOOFD- EN DRIJFSTANGLAGERS

De krukas heeft verschillende ondersteuning in het cilinderblok. Deze ondersteuning noemt men hoofdlagers. Een krukas van een viercilinder-motor met drie hoofdlagers is in fig. 97 afgebeeld, terwijl fig. 98 de krukas van een viercilinder-trekkermotor met vijf hoofdlagers voorstelt.

Naast deze ondersteuning in het cilinderblok bevinden zich aan de krukas nog de krukappen waaraan de drijfstangen bevestigd zijn (fig. 99 en 100). De drijfstangen zijn gelagerd om deze tapp en met de zogenaamde drijfstanglagers. Krukassen kunnen zowel worden gesmeed als ge-

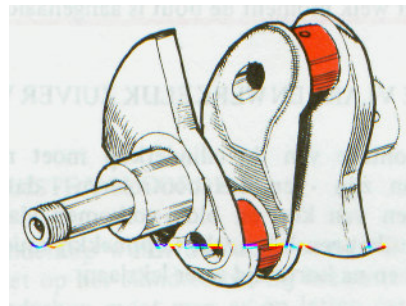


fig. 99 Hierom komen de drijfsta nglagers

goten. Het materiaal van gesmede krukassen bestaat uit chroomnikkel- of chroommolybdeenstaal. Gegoten krukassen, zowel massief als krukappen worden aan de oppervlakte gehard. De kern wordt niet gehard om deze zoveel mogelijk taai en dus veerkrachtig te houden (fig. 101). De krukas van een ééncilinder-motor (fig. 102) kan op twee manieren zijn uitgevoerd, namelijk demontabel, dus samengesteld, maar ook als één geheel.

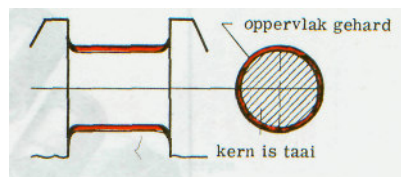


fig. 101. Krukas, oppervlakte gehard

KRUKAS DRAAIT IN BALANS

Aan de krukas is de drijfstang met de zuiger verbonden. Deze beide onderdelen hebben een zeker gewicht. Om de krukas trillingvrij of in balans te doen draaien, heeft men aan de andere kant, dan waar de drijfstangen op de tappen gemonteerd zijn, gewichten aangebracht (fig. 103). Hierdoor zullen de centrifugaalkrachten aan beide zijden van de hartlijn door de hoofdlagers, onder het draaien gelijk blijven.



fig. 102 Eén cilinder krukas

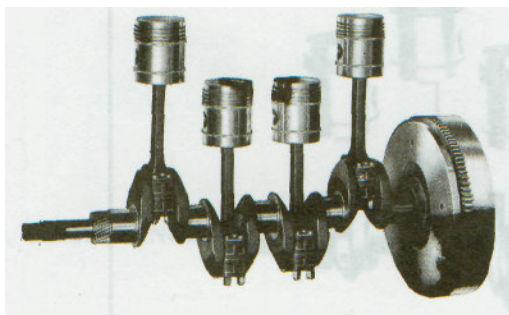


fig. 100 Vier zuigers, dus vier drijfstanglagers.

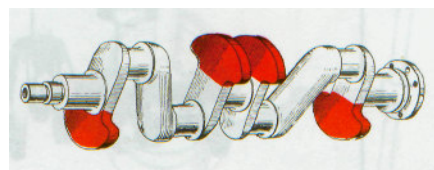


fig. 103 Contragewichten

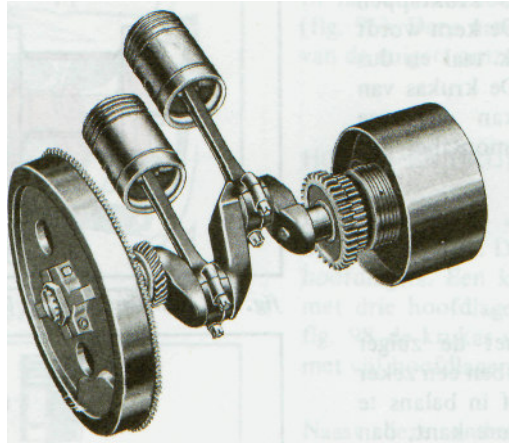


fig. 104 Balanceergewicht aan het vliegwiel

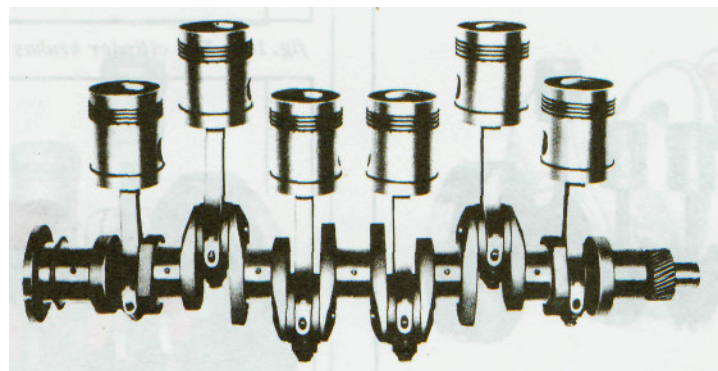


fig. 105 Zescilinder krukas

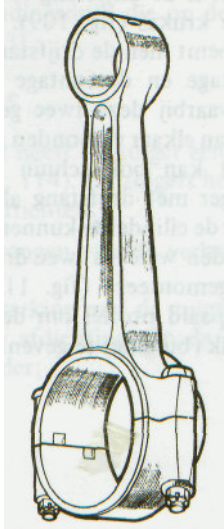


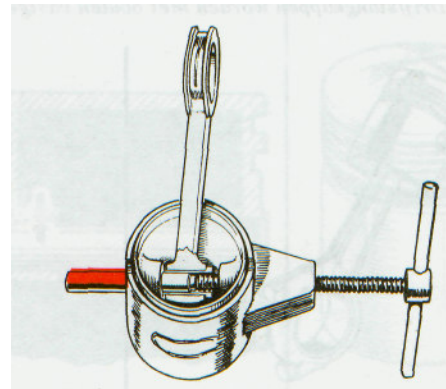
fig. 106 Drijfslag



fig. 107 De drijfslag tussen krukas en zuiger

13. DRIJFSTANGEN

De verbinding tussen zuiger en krukas wordt gevormd door de drijfslag (fig. 106). De drijfslag is met de zuiger verbonden door een zuigerpin (fig. 107). Het verwijderen van een zuigerpin is afgebeeld in fig. 108.



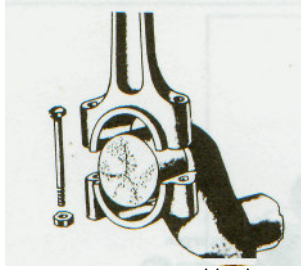


fig. 109 De verbinding tussen drijfstang en krukas



•*^pw fig. 110
Drijfstangkappen worden met bouten vastgezet

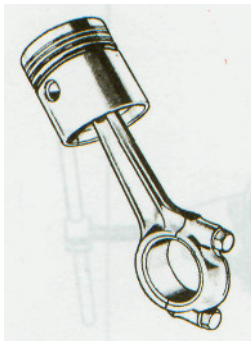


fig. 111
Schuingedeelde drijfstangvoet

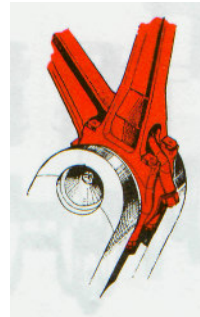


fig. 112
Twee drijfstangen op dezelfde kruktap

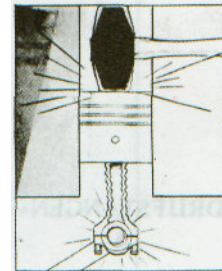


fig. 113
drijfstang-moet druk opnemen

Aan de andere kant is de drijfstang verbonden met de kruktap van de krukas (fig. 109). Dit gedeelte van de drijfstang noemt men de drijfstangvoet. Voor gemakkelijke montage en demontage is deze voet meestal gedeeld, waarbij deze twee gedeelten met bouten en moeren aan elkaar verbonden zijn (fig. 109 en 110). De voet kan ook schuin gedeeld zijn (fig. 111) om zuiger met drijfstang als één geheel naar boven toe door de cilinder te kunnen uitbouwen. Bij V-motoren worden weleens twee drijfstangen op dezelfde kruktap gemonteerd (fig. 112). De drijfstang heeft een bepaald profiel om deze een grote weerstand tegen knik (buiging) te geven.

De belasting op de kruk en de drijfstang is door de grote verbrandingsdruk die op de zuiger werkt zeer groot (fig. 113).

14. ZUIGERS

In de cilinder heeft de zuiger een op- en neergaande beweging (fig. 114). De zuigers hebben verschillende functies te verrichten.

1. het overbrengen van de verbrandingsdruk op de drijfstang;
2. in samenwerking met de zuigerveren zorgen voor een goede afdichting van de verbrandingskamer in de cilinder;

3. afvoer van overtollige warmte die door de verbranding ontstaat, naar de smeerolie en via de zuigerveren naar de cilinderwand.

Voor de zuigerveren zijn in de zuiger groeven aangebracht waar deze veren in passen (fig. 115).

In de zuiger zijn ook openingen waar nog doorheen de zuigerpen gemonteerd is. Deze pen is meestal beweegbaar (zwevend) in de zuiger en de drijfstang gemonteerd (fig. 116). Het gedeelte van de zuiger dat naar de cilinderkop is gericht, noemt men de zuigerbodem. In de meeste gevallen zal deze zuigerbodem vlak zijn. Een bolvormige zuigerbodem komt echter ook voor (fig. 117).

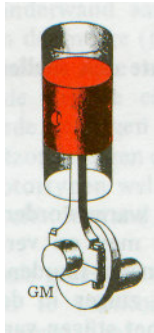


fig. 114

De zuiger gaat op en neer



fig. 115

De veren kennen in de groeven

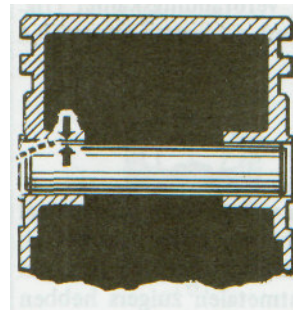


fig. 116

Zwevende zuigerpen



fig. 117

Bolvormige zuigerbodem

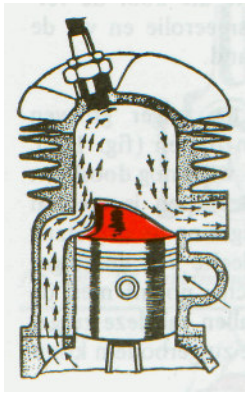


fig.118
Zuiger met
kam

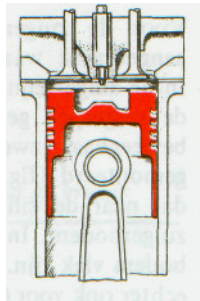


Fig. 119 Zuigerbodem met
i'erbrenningskamer

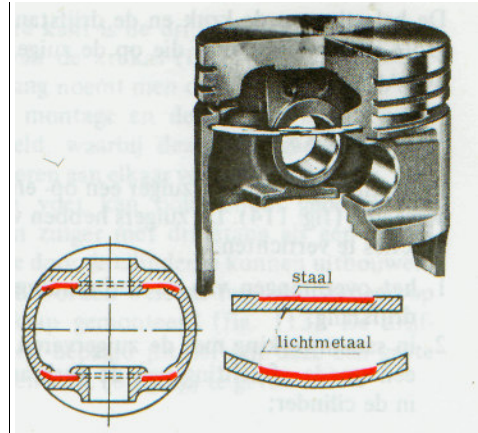


fig. 120
Stalen strip tegen het uitzetten

Een zuiger met een kam op de zuigerbodem komt nog wel eens voor bij tweeslagmotoren (fig. 118). Deze kam heeft een functie bij de spoeling, hetgeen bij de tweeslagmotoren reeds is behandeld. Ook kan er in de zuigerbodem een ruimte zijn aangebracht die deel uitmaakt van de verbrandingskamer (fig. 119). Bij dieselmotoren komt dit laatste meermalen

brengen bij de dode punten. Hier staat de zuiger immers, bij het omkeren van de bewegingsrichting, een moment stil.

GOEDE WARMTE AFVOER

Lichtmetalen zuigers voeren de warmte ook sneller af dan gietijzeren zuigers.

LICHT EN GEWICHT

Vroeger werden de zuigers van gietijzer of gietstaal vervaardigd. Nu is dit overhel algemeen lichtmetaal. Lichtmetalen zuigers bestaan uit een legering van aluminium en koper. Lichtmetalen zuigers hebben het voordeel dat zij licht in gewicht zijn in tegenstelling tot de gietijzeren zuigers. Dit heeft tot gevolg dat er kleinere massacrachten ontstaan bij het afremmen van de zuiger en het weer op snelheid

WEINIG UITZETTING

De uitzetting is zeer belangrijk bij het warm worden van de zuiger. Deze uitzetting kan men op verschillende manieren binnen de grenzen houden. Het is nodig om vastlopen van de zuiger in de cilinder te voorkomen, wanneer bij het stijgen van de temperatuur de zuiger meer uitzet dan de cilinder,

Men kan de zuiger ook vrij laten uitzetten, maar

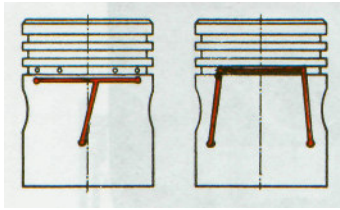


fig. 121

De spleet vangt de uitzetting op

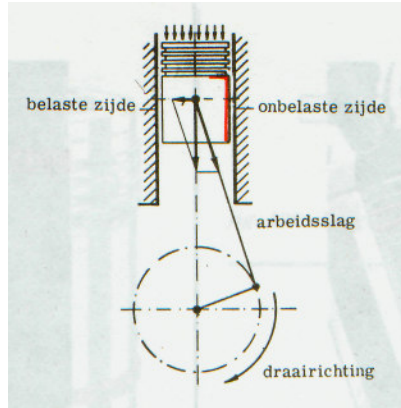


fig. 122

Gedurende de arbeidsslag wordt de linkerzijde van de cilinderwand meer belast dan de rechterzijde

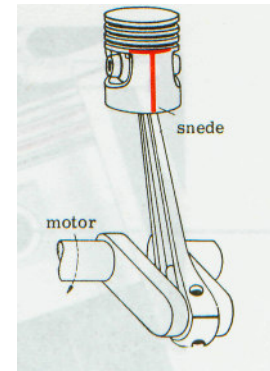


fig. 123

De spleet aan de onbelaste zijde

deze uitzetting opvangen in een spleet. Bij het warm worden zal de spleet nauwer worden (fig. 121). Het is niet zonder belang aan welke zijde van de cilinderwand deze snede komt te liggen, omdat de cilinderwand aan één kant meer belast wordt dan aan de andere (fig. 122). Daar het niet logisch is de zwakste zijde van de zuiger aan de meest belaste zijde van de cilinderwand te monteren komt de snede te liggen aan de onbelaste zijde (fig. 123). Uitzonderingen op deze regel zijn echter bij sommige motortypen wel. De druk die de zuigerbelasting op de cilinderwand oefent noemt men de leibaandruk.

Zoals gezegd is de zuigerpen draaibaar in de zuiger. Om te voorkomen dat deze heen en weer kan schuiven heeft men deze geborgd met ringen die in gemonteerde toestand in een sleuf vallen in de zuiger (fig. 124). Hierbij wordt de zuigerpen opgesloten, zodat deze niet heen en weer kan schuiven en daarbij de cilinderbaan beschadigen.

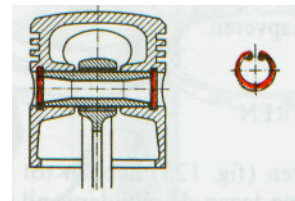


fig. 124 De zuigerpen wordt geborgd

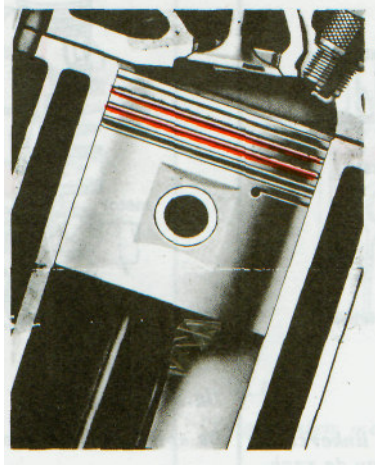


fig. 125 *Compressieveren*



fig. 126 *Olieschraapveer*

15. ZUIGERVEREN

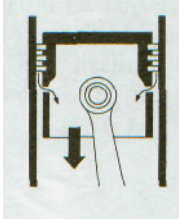
De zuigerveren zijn gemonteerd in groeven die in de zuiger zijn aangebracht. De zuigerveren kan men onderscheiden in twee groepen, namelijk compressieveren en olieschraapveren.

COMPRESSIEVEREN

De compressieveren (fig. 125) hebben tot taak een zodanige afdichting tegen de cilinderwand te geven, dat de verbrandingsdruk en compressiedruk niet langs de zuiger kan weglekken naar het carter. Hierdoor zou minder druk op de zuiger komen, dus compressieverlies ontstaan.

OLIESCHRAAPVEREN

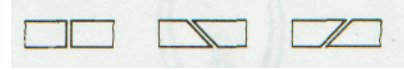
De olieschraapveer (fig. 126) heeft tot taak de olie die voor het smeren van de cilinderwand gediend heeft weer van de cilinderwand af te schrapen, zodat de olie niet boven de zuiger komt en verbrandt. Om de olie af te voeren zijn in de groef van de olieschraapveer openingen aangebracht, waardoorheen de olie via de binnenzijde van de zuiger terugvloeit in het carter (fig. 127). De olieschraapveer is onder de compressieveren aangebracht. Soms is er onder het zuigerpengat nog een olieschraapveer aangebracht (fig. 128). Deze dient dan tevens om het "kantelen" van de zuiger tegen te gaan. De zuigerveren zijn in gemonteerde toestand zuiver rond. In dat geval liggen ze echter wel met een



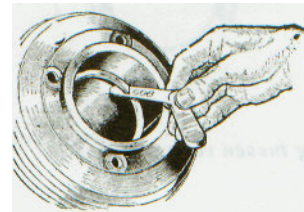
J'ig. 127 Afvoergaten in de groef van de olies chraapreer.



fif. 128 Tegen het kantelen



J'ig. 129 Zuigerveer sloten



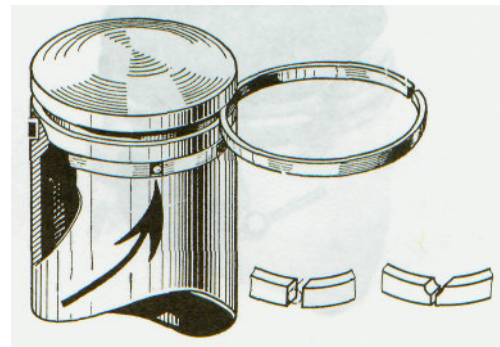
j'ig. 130 Speling tussen de sloten

zekere voorspanning tegen de cilinderwand. De twee uiteinden van de veren hebben een speciale vorm die een goede gasafdichting waarborgen (fig. 129). In koude toestand moet er enige speling in dit zuigerveerslot aanwezig zijn om de uitzetting mogelijk te maken (fig. 130).

TWEESLAGVEREN WORDEN GEBORGD!

De zuigerveren bij tweeslagmotoren mogen niet draaien daar anders de mogelijkheid bestaat dat de uiteinden van de veren in een poort komen en afbreken. Hiertoe worden de zuigerveren geborgd door een pennetje, dat het draaien voorkomt (fig. 131).

fig. 131 Geborgde zuigerveren



SPELING TUSSEN VEER EN GROEF

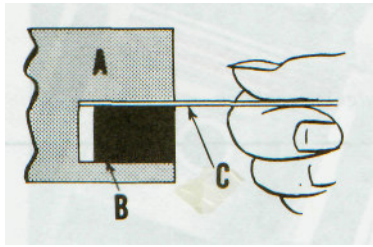


fig. 132 Speling tussen veer en groef

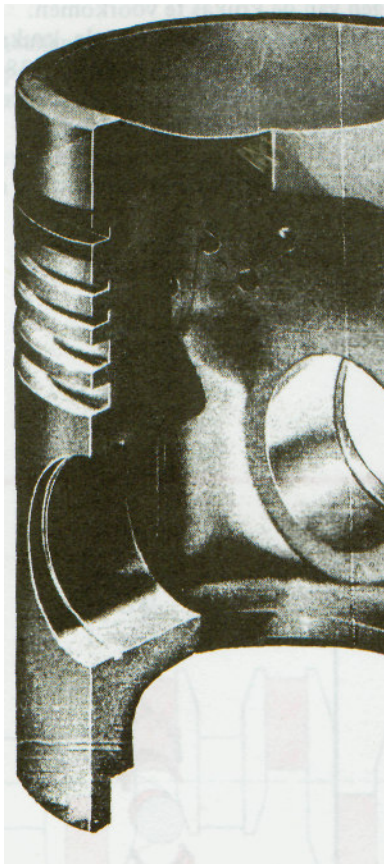


fig. 133 Als de zuigerveer eruit slaat

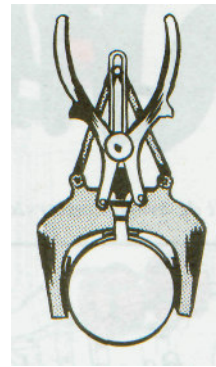
MONTEREN VAN ZUIGERVEREN



De zuigerveren hebben tevens de taak de warmte die de zuiger heeft opgenomen gedeeltelijk af te voeren



fiff.134 Een versterkte groef



Jig. 135 Ziiigerrcertatif;



Jig. 136 De kool moet weg

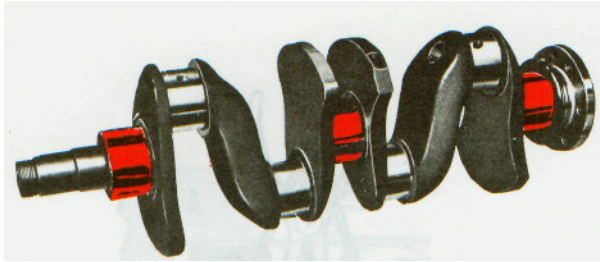


fig. 137 Hier wordt de krukas ondersteunt!

16. HOOFD- EN DRIJFSTANGLAGERS

De krukas wordt in het motorblok op minstens twee plaatsen ondersteund. Hoe langer de krukas wordt, des te meer ondersteuning zijn er nodig om het doorbuigen van de krukas te voorkomen. In deze ondersteuning (fig. 137) is de krukas gelagerd met de zogenaamde hoofdlagers (fig. 138). Deze lagers vallen om de krukassen en worden vastgehouden door een lagerkap (fig. 139).

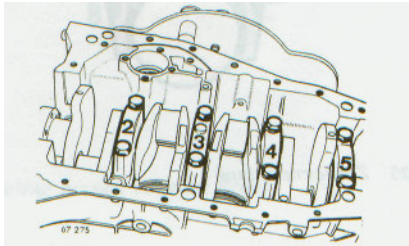


fig. 138 Hoofdlagers

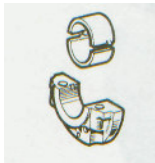


fig. 139
Hoofdlagerkap

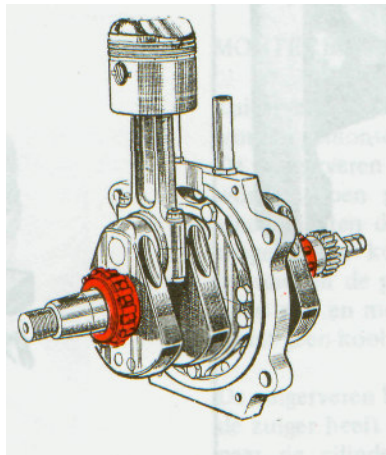


fig. 140 Rollenlager als hoofdlager

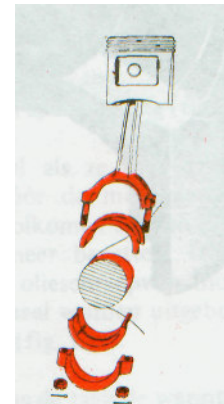


fig. 141 Drijf's tanglager

Bij vierslagmotoren is het gebruikelijk dat de hoofdlagers glijlagers zijn, maar bij tweeslagmotoren kunnen dit ook rollenlagers of kogellagers zijn (fig. 140). Ook de drijfstangen worden op de krukas gelagerd (fig. 141).

Vanzelfsprekend komen deze lagers om de kruk-tappen waarop de drijfstangen gemonteerd zijn te liggen (fig. 142).

Bij vierslagmotoren zijn ook deze lagers over het algemeen glijlagers (fig. 143) en bij tweeslagmotoren "zijn dit meestal rollenlagers of kogellagers (fig. 144).

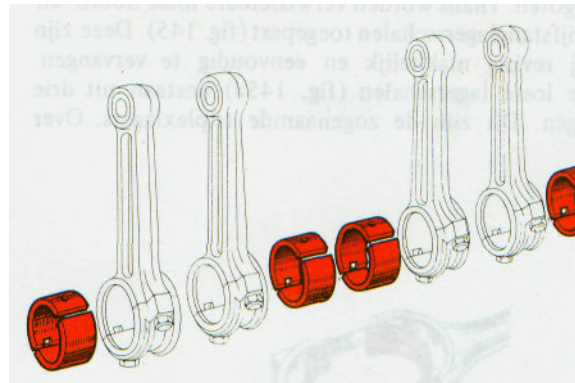


fig. 143 Drijfs tanglagers

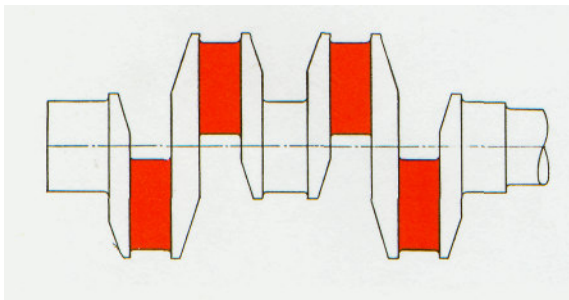


fig. 142 Hier komen de drijfstangen aan vast

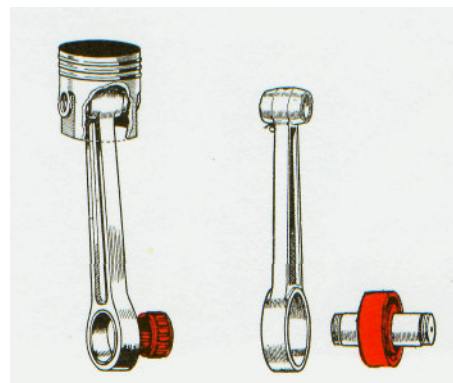


fig. 144 Drijfs tanglager met rollen en kogels

LAGERMATERIAAL

Vroeger werd het lagermateriaal in de lagerkappen gegoten. Thans worden verwisselbare losse hoofd- en drijfstanglagersschalen toegepast (fig. 145). Deze zijn bij revisie makkelijk en eenvoudig te vervangen. De losse lagerschalen (fig. 145a) bestaan uit drie lagen. Dit zijn de zogenaamde triplexlagers.

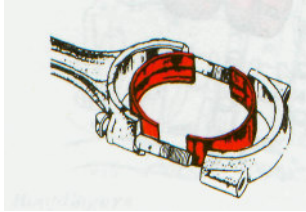


Fig. 145 Losse lagerschalen

een stalen schaal wordt een koper-lood legering aangebracht en daaroverheen een lood-indium laag. Deze lood-indium laag, die slechts t 0,03 mm dik is zal, eventuele ongerechtigheden kunnen opnemen, omdat dit materiaal vrij zacht is.

Tevens in fig. 145a een oliegroef zichtbaar en een lip, die het verschuiven van de lagerschaal tegengaat,

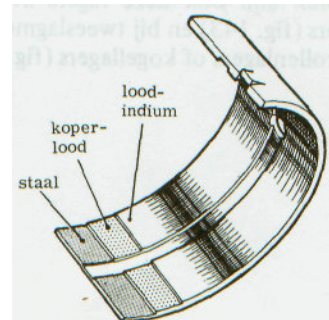
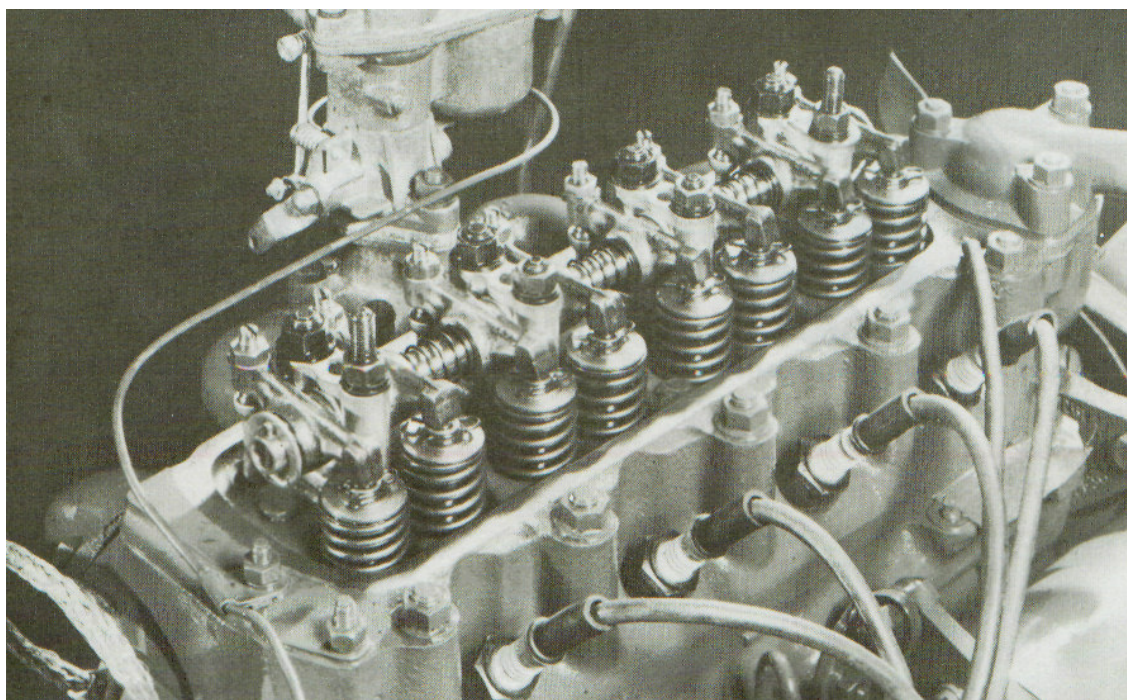


fig. 145a Triplex lager

DISTRIBUTIE



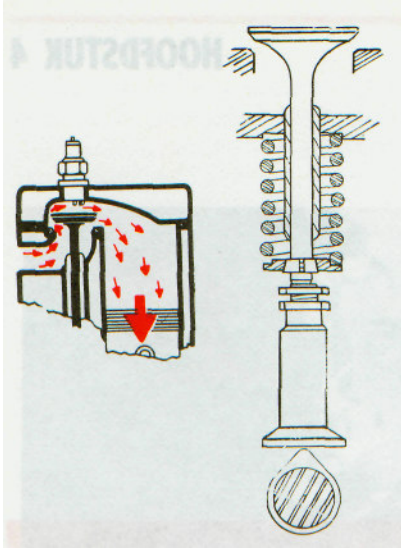


fig. 146 Zijkleppen

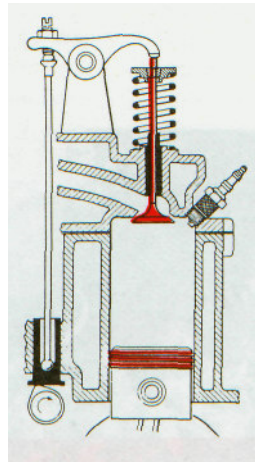


fig. 147 Kopkleppen

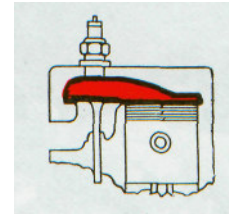


fig. 148 Groot koelend oppervlak

17. KOP- EN ZIJKLEPPEN

De in- en uitlaatkleppen kunnen op verschillende manieren in de motoren zijn aangebracht. De eenvoudigste constructie is als de kleppen in het motorblok zijn ondergebracht (fig. 146). De kleppen worden nu rechtstreeks gelicht via een klepstoter door de nokkenas.

De kleppen kunnen echter ook in de cilinderkop zijn geplaatst. Deze geven dan openingen vrij die boven de zuiger in de verbrandingskamer uitkomen (fig. 147). Het mechanisme om de kleppen te openen

is nu iets minder eenvoudig. Bij automobielmotoren komt de constructie met zijkleppen nog sporadisch voor. Bij industriemotoren en motoren voor aandrijving van werktuigen vindt de constructie met zijkleppen om zijn eenvoud nog van toepassing,

ZIJKLEPMOTOREN MINDER RENDEMENT

De vorm van de verbrandingskamer is bij zijklep motoren minder gunstig. Het koelend oppervlak van de verbrandingskamer is groter (fig. 148) dan van de kopklepmotor (fig. 149).

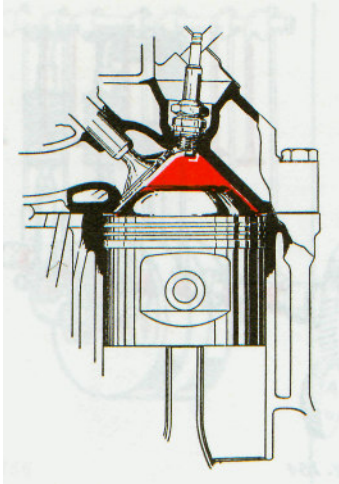


fig. 149 Klein koelend oppervlak

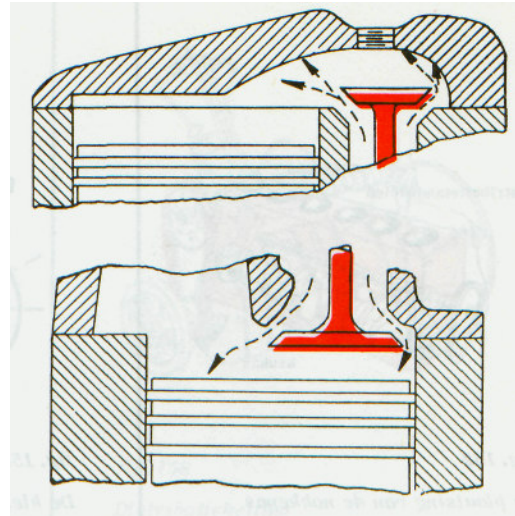
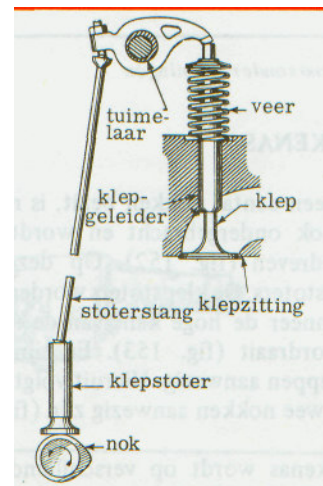


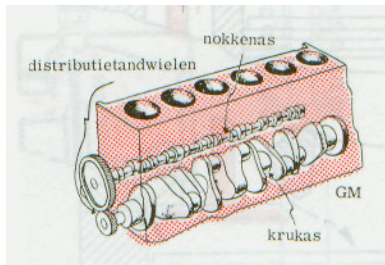
fig. 150 Kopkleppen zijn beter

Meer warmte dus meer energie gaat hiermee verloren. Het rendement van de zijklepmotor zal hierdoor lager zijn.

KOPKLEPMOTOREN BETERE CILINDERVULLING

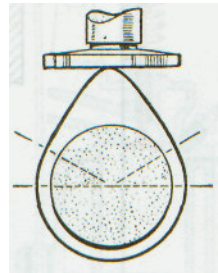
De in- en uitkomende in- en uitlaatgassen zullen bij de kopklepmotor gemakkelijker en sneller de cilinder vullen of verlaten (fig. 150). Dit is dus ook een voordeel van de kopklepmotor. Tenslotte geven wij in fig. 151 het kleppenmechanisme van de kopklepmotor met de bijbehorende benamingen.





./v. ir,2

De /iladts/iig rail de nokkenas



Jiff.153

De klepfrstoter is gelicht

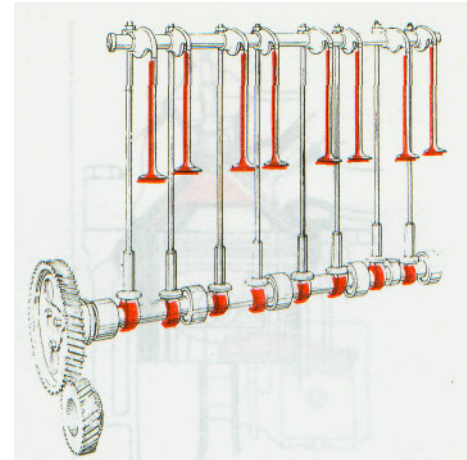


fig. 154

Nokkenas van een uiercilinder motor

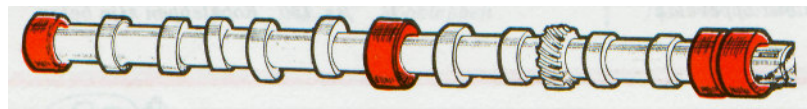


fig. 15.') Nokkeiiasoiiflerstemiingen

18. DE NOKKENAS

Deze as, die een aantal nokken bezit, is meestal in het cilinderblok ondergebracht en wordt door de krukas aangedreven (fig. 152). Op deze nokken rusten de klepstoters. De klepstoters worden omhoog bewogen, wanneer de hoge kant van de nok onder de stoter doordraait (fig. 153). Er zijn evenveel nokken als kleppen aanwezig. Hieruit volgt, dat voor elke cilinder twee nokken aanwezig zijn (fig. 154).

Ook de nokkenas wordt op verschillende punten ondersteund (fig. 155). Bij motorrijwielmotoren

treft men dikwijls in de plaats van een nokkenas, nokschijsen aan (fig. 156).

Ook kan de nokkenas boven op de cilinderkop zijn aangebracht (fig. 157). Hierbij worden de kleppen direct bediend door de nokken op de nokkenas. Bij deze constructie mist men de klepstoters, stoterstangen en tuimelaars,

19 NOKKENASAANDRIJVING

De nokkenas wordt door de krukas aangedreven, Dikwijls geschiedt dit door een ketting (fig. 158)

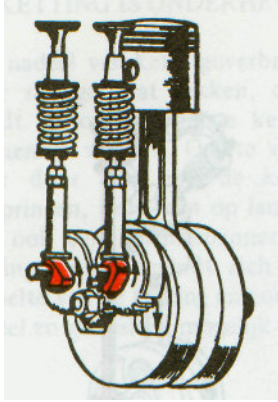
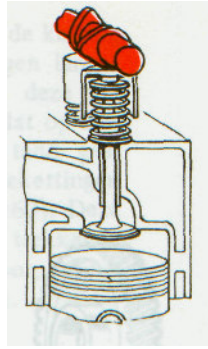


fig. 15 (i)
Nokschijven



J'ig. 157
Bovenliggende nokkems

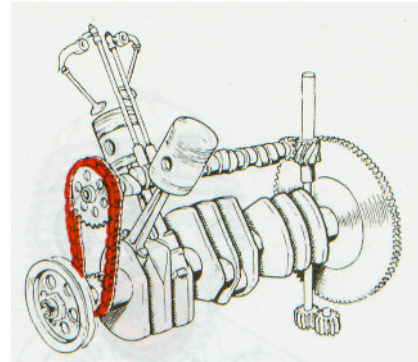


fig. 1',8
Distributieketting

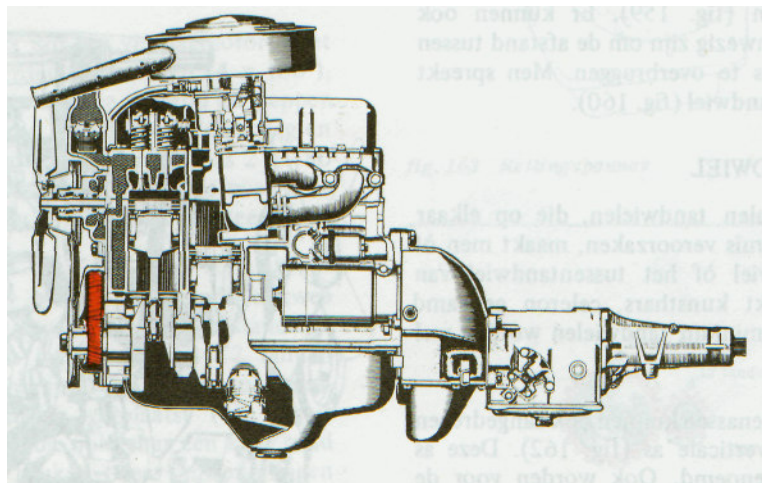
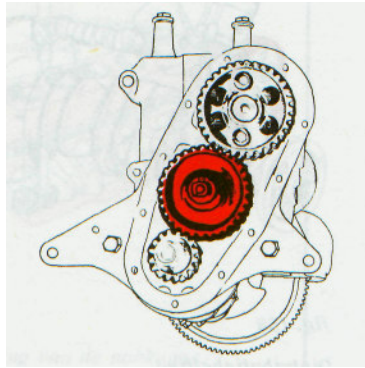


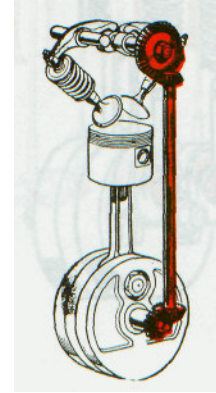
Fig. 159 Distributietandwielen



Jig. 160 Tussentandwiel



fig. 161 Celeron tandwiel



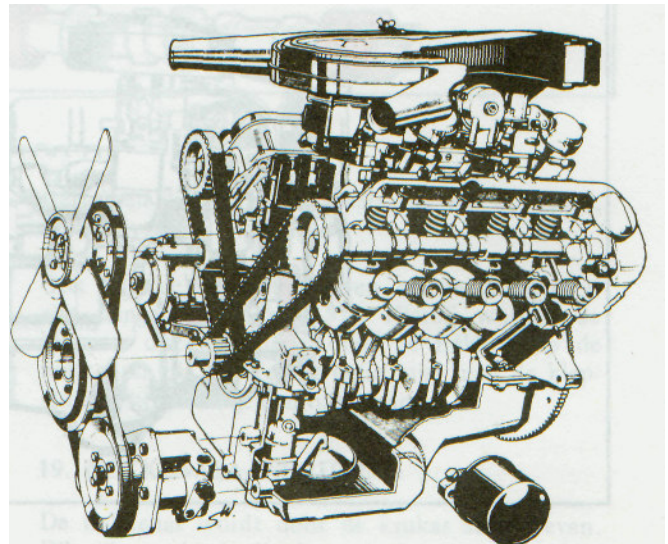
Jig. 162 Koningsas als aandrijving van de nokkenas.

of door tandwielen (fig. 159). Er kunnen ook meer tandwielen aanwezig zijn om de afstand tussen krukas en nokkenas te overbruggen. Men spreekt dan van een tussentandwiel (fig. 160).

KUNSTHARSTANDWIEL

Aangezien twee stalen tandwielen, die op elkaar draaien, vrij veel geruis veroorzaken, maakt men of het nokkenastandwiel of het tussentandwiel van met vezels versterkt kunsthars, celeron genaamd (fig. 161). Ook aluminium tandwielen worden wel eens gebruikt.

Bovenliggende nokkenassen kunnen ook aangedreven worden door een verticale as (fig. 162). Deze as wordt koningsas genoemd. Ook worden voor de aandrijving van bovenliggende nokkenassen dikwijls een met staaldraden versterkte getande nylonriem gebruikt (fig. 162a).



DE KETTING IS ONDERHEVIG AAN REK

Het nadeel van kettingoverbrenging, dat de ketting door slijtage gaat rekken, dat wil zeggen langer wordt. Vooral bij lange kettingen kan deze rek aanzienlijk worden. Om te voorkomen dat op den duur door deze rek de ketting een tand gaat verspringen, treft men op lange distributiekettingen dan ook een kettingspanner aan (fig. 163). Deze kettingspanner bevindt zich in het niet trekkende gedeelte van de ketting en zorgt er ook voor, dat het geheel zo geruisloos mogelijk functioneert.

20. DE OVERBRENGING TUSSEN KRUKAS EN NOKKENAS

BIJ TWEE KRUKASOMWENTELINGEN ÉÉN NOKKENASOMWENTELING

Voor het arbeidsproces van een vierslagmotor moet de krukas twee omwentelingen maken ($4 \times 180^\circ$). Van deze vier slagen zijn er twee, waarbij de kleppen moeten worden geopend, namelijk de inlaatslag en de uitlaatslag. Hiervoor moet de nokkenas $2 \times 180^\circ$ of 1 x ronddraaien. De krukas moet dus twee keer draaien ten opzichte van de nokkenas één keer.

Dit bereikt men door het nokkenastandwiel twee keer zoveel tanden te geven als het krukastandwiel (fig. 164). Heeft het krukastandwiel 12 tanden verplaatst (één omwenteling) dan is het nokkenastandwiel ook 12 tanden verplaatst (één halve omwenteling). Dus om de nokkenas één keer rond te draaien moet de krukas twee omwentelingen maken. Hetzelfde geldt voor de kettingoverbrenging, waarbij men het nokkenaskettingwiel twee keer zo veel tanden geeft als het krukaskettingwiel.

fig. 163 Kettingsfianner

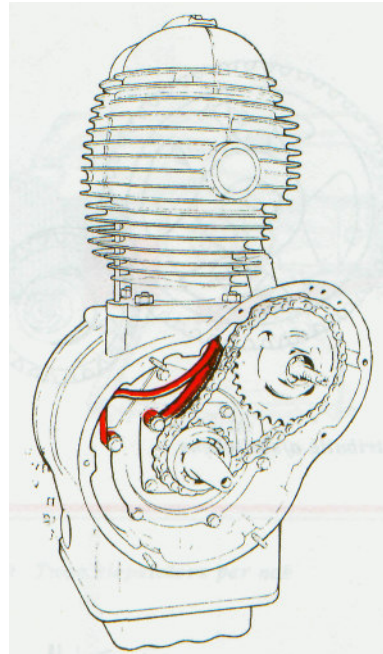
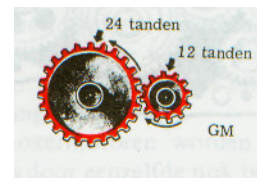


fig. 164 1 : 2



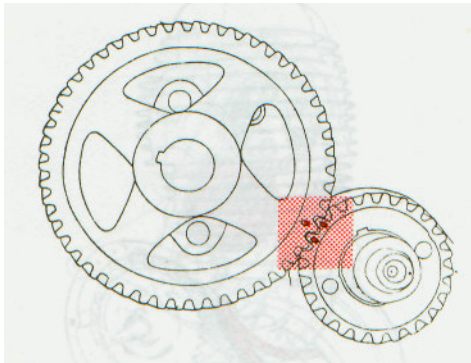


fig. 165 Distributie ajsteltekens

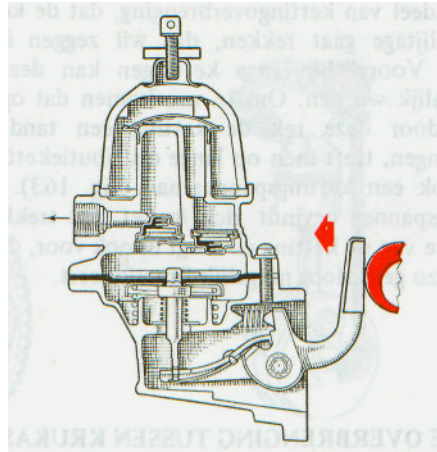


fig. 167 Bentineponipaandrijving

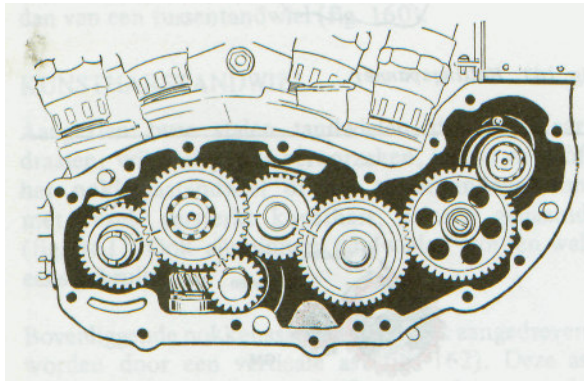


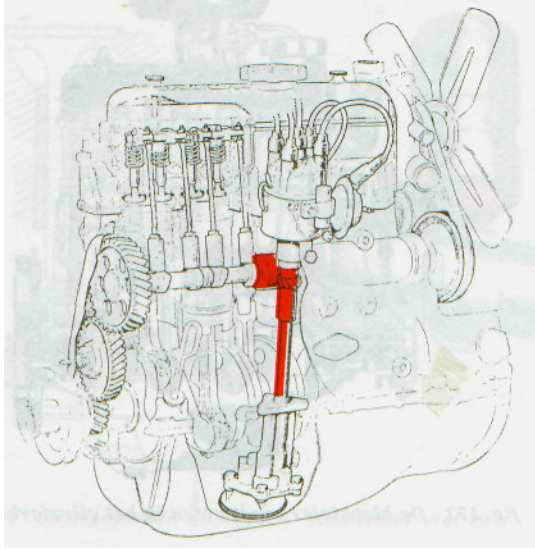
fig. 166 Meer tandwielen meer merktekens

21. HET INSTELLEN VAN DE NOKKENAS

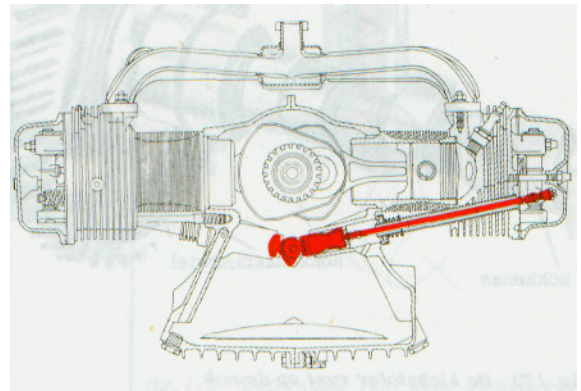
De kleppen moeten precies bij de juiste stand van de zuiger in de cilinder openen. Met andere woorden, de nokkenas moet precies ingesteld worden ten opzichte van de krukas. Om dit gemakkelijk te maken heeft men op de krukas- en nokkenas-tandwiel merktekens aangebracht (fig. 165).

Deze merktekens moeten precies tegenover elkaar komen. Ook op kettingwielen worden hiertoe tekens aangebracht.

Bij meercilinder motorrijwielmotoren treft men ook meer nokschijven aan, die moeten worden aangedreven. Hier ziet men dus ook meer merktekens (fig- 166).



jig.168 *Olief>oml> en verdelaras worden aangedreven door de nokkenas*



flg.169 *Tivee klepstoters per nok*

22. DE NOKKENAS LAAT MEER ONDERDELEN DAN KLEPPEN BEWEGEN

DE VERDELERAS, DE OLIEPOMP EN DE BENZINEPOMP

Van het draaien van de nokkenas maakt men gebruik door nog enige onderdelen hierdoor aan te

drijven. De meest voorkomende zijn de stroomverdelaras en de oliepom (fig. 168). Hiervoor is op de nokkenas een tandwiel aangebracht (fig. 155). Ook de benzinepomp wordt door de nokkenas bewogen (fig. 167). Hiervoor is op de nokkenas een excentriek aangebracht.

Bij V- en boxermotoren worden de kleppen van twee cilinders door eenzelfde nok bediend (fig. 169), zodat er bij een viercilinder boxermotor niet acht maar vier nokken op de nokkenas aanwezig zijn.

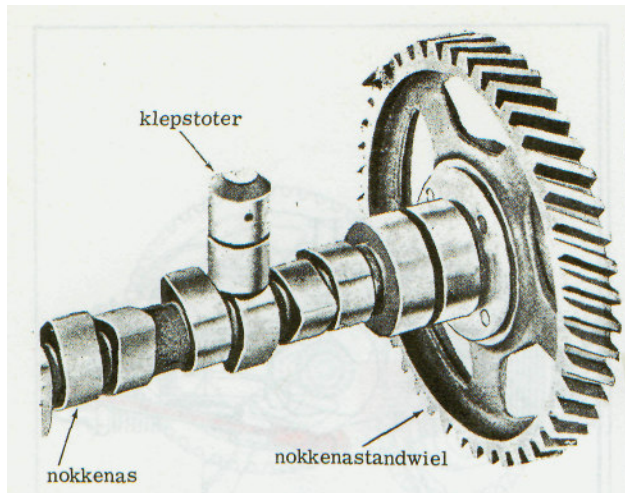


fig. 170 De klepstoter rust op de nok

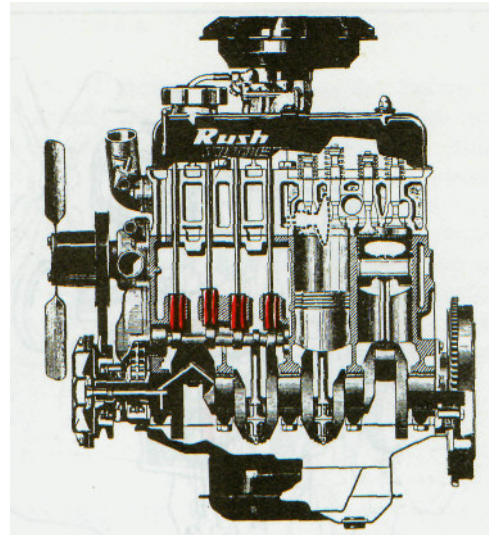


fig. 173 De klepstoter vindt steun in het cilinderblok.

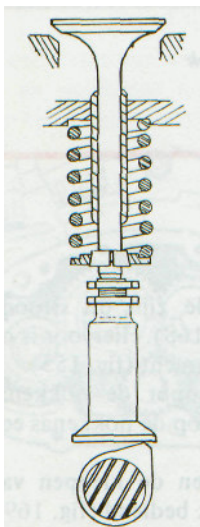


fig. 171 Klepstoter bedient direct de klep

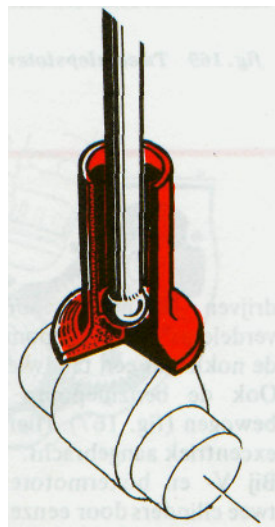


fig. 172 Klepstoter licht de stoterstang

23. KLEPSTOTERS-STOTERSTANGEN EN TUIMELAARS

KLEPSTOTERS

De klepstoter rust op de nok van de nokkenas. De klepstoter wordt gelicht (dit is omhoog bewegen) als het hoge gedeelte van de nok onder de stoter doordraait (fig. 170). Bij zijklepmotoren zal de klepstoter direct de klep bedienen (fig. 171), terwijl bij kopklepmotoren door de klepstoter een stoterstang wordt gelicht (fig. 172). De klepstoter vindt steun in het cilinderblok (fig. 173). Wanneer hierin slijtage gaat optreden, gaat de klepstoter kantelen. Bij zijklepmotoren komt dan nog een extra nadeel, doordat er dan ook nog slijtage gaat optreden in de

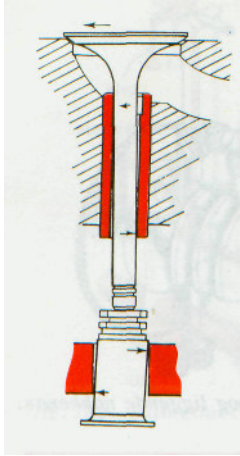


fig. 174 Slijtage
punten

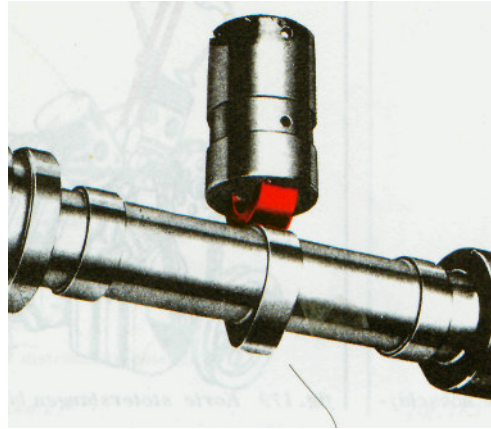


fig. 175 Klepstoter met rol.

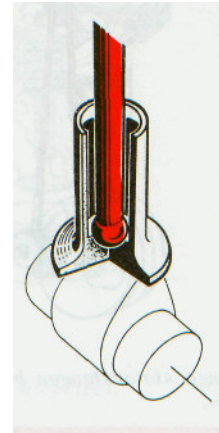


fig. 176 Stoterstang ntst in de klepstoter.

klepgeleiders (fig. 174). Een afwijkende vorm van een klepstoter geeft fig. 175. Hier rust de klepstoter niet met een plat vlak maar met een rol op de nok. Dit vermindert de slijtage van de nok.

STOTERSTANGEN

De stoterstang vormt bij de kopklepmotor de verbinding tussen klepstoter en kleptuimelaar. De stoterstang rust aan de onderzijde in de klepstoter (fig. 176). Aan de bovenzijde drukt deze stang via een afstelmechanisme tegen de tuimelaar (fig. 177). De lengte van de stoterstang wordt bepaald door de plaatsing van de nokkenas of van de nokschijven. Bevinden deze zich op de grote afstand van de tuimelaar dan is een lange stoterstang noodzakelijk (fig. 178).

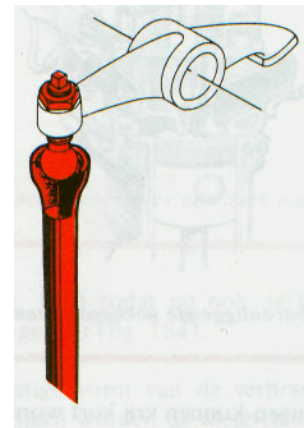


fig. 177 Stoterstang drukt tegen de tuimelaar.

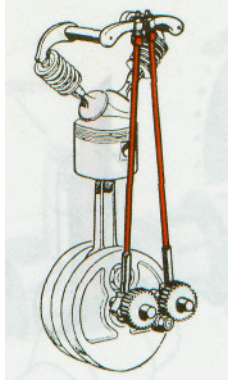


Fig. 17N Latige stoterstangen bij laag liggende nokschijven.

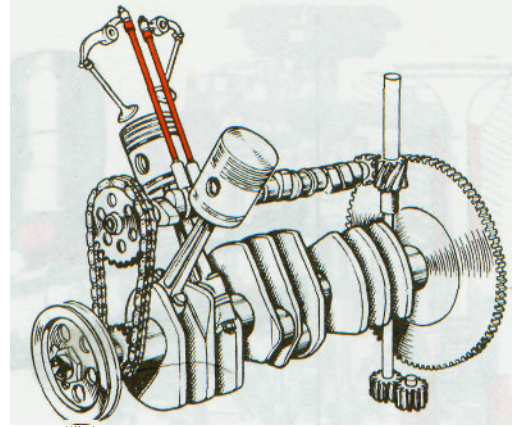


fig. 179 Korte stoters tangen bij hoog liggende nokkenas.

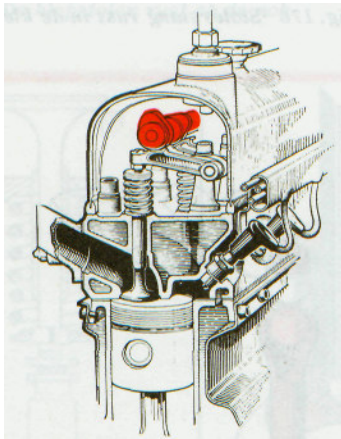


Fig. 180 Bij bovenliggende nokkenas geen stoterstangen.

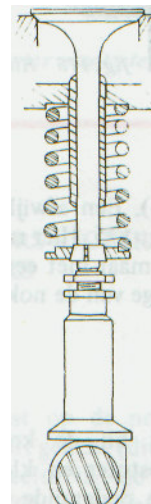


Fig. 181 Ook bij zijklepmotoren geen stoters tangen.

De stoterstangen kunnen vrij kort worden gehouden wanneer de nokkenas dicht onder de cilinderkop is gemonteerd (fig. 179). Dit laatste geeft een besparing van het gewicht dat bij het openen en sluiten van de

kleppen heen en weer moet worden bewogen, Bij bovenliggende nokkenassen (fig. 180) treft men in het geheel geen stoterstangen aan, evenmin als bij zijklepmotoren (fig. 181).

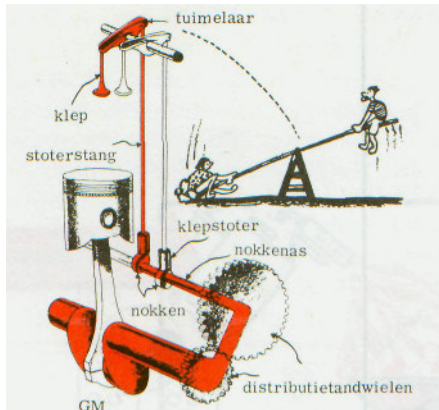
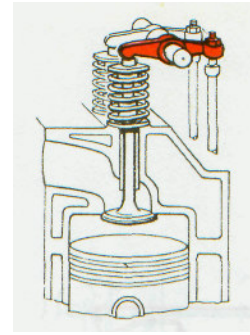
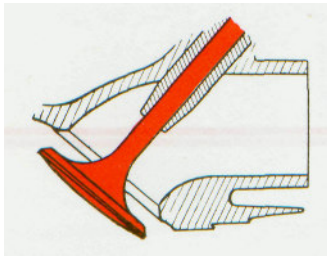


Fig. 182 Tuimelmecluiusue,



Tuimelaar of > klef > stccl.



fig, 184 Klep is gelicht.

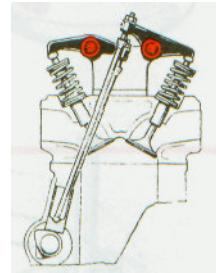


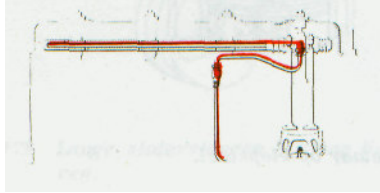
fig. 7-S'J Kleppen staan onder ecu hoek mei elkaar.

TUIMHLAARS

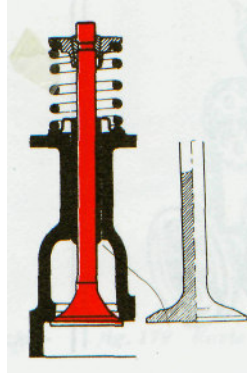
De kleptuimelaars zijn scharnierend op een as aangebracht, de zogenaamde tuimelaars. Wordt de ene zijde van de tuimelaar door de stoterstang omhoog gebracht, dan beweegt de andere zijde naar beneden (fig. 182). Deze andere zijde rust op de

klepsteel, (fig. 183) zodat nu ook de klep van de zitting wordt gelicht (fig. 184).

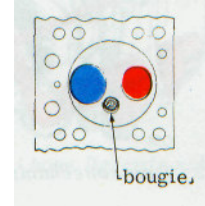
Om een gunstige vorm van de verbrandingskamer te kunnen krijgen worden de kleppen ook wel eens onder een hoek ten opzichte van elkaar geplaatst, Er worden dan wel eens twee tuimelaarassen op de cilinderkop gemonteerd (fig. 185).



jig. 18ti Ook de tiiinclaaras ivordt gesmeerd.



Jig. 187 Vlakke klepschotel.



Jig. 188 Inlaatklep is groter dan de uitlaatklep.

De tuimelaars - waar dus de tuimelaars omheen scharnieren - wordt door olie gesmeerd die afkomstig is van het smeersysteem van de motor (fig. 186).

24. KLEPPEN

Bij vierslagmotoren worden per cilinder minstens twee kleppen toegepast, namelijk één in- en één uitlaatklep. In de meeste gevallen is de klepschotel vlak (fig. 187). Ook neemt men voor de inlaatklep

vaak een klepschotel met een grotere diameter om het verse mengsel /o min mogelijk te hinderen bij het naar binnenstromen in de cilinder (fig. 188). Bij de uitlaatklep mag de diameter van de klepschotel niet te groot zijn, omdat de warmteafgifte naar de klepzitting te langzaam verloopt door de grotere afstand. De inlaatklep wordt gekoeld door het langsstromende verse mengsel. De uitlaatklep wordt daarentegen zeer sterk verhit door de wegstromende juist verbrande gassen. Deze gassen verhitten de klep tot een gemiddelde temperatuur van 800°C (fig. 189).

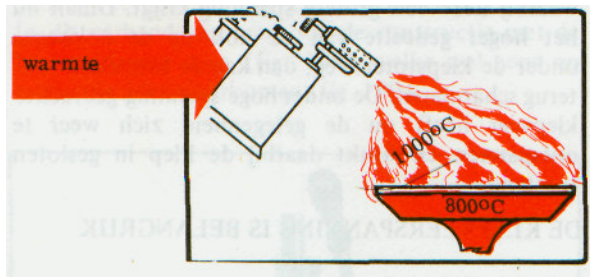
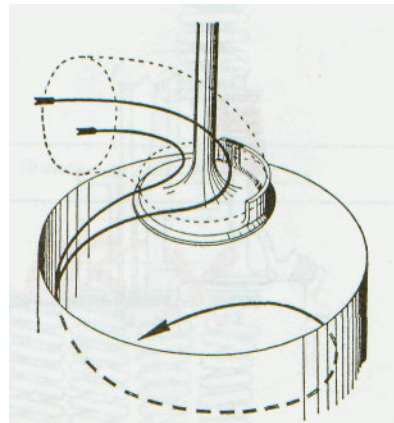
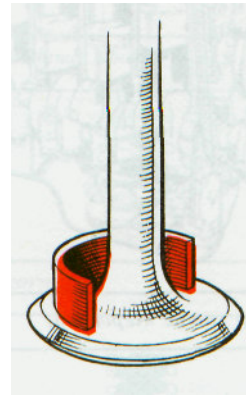
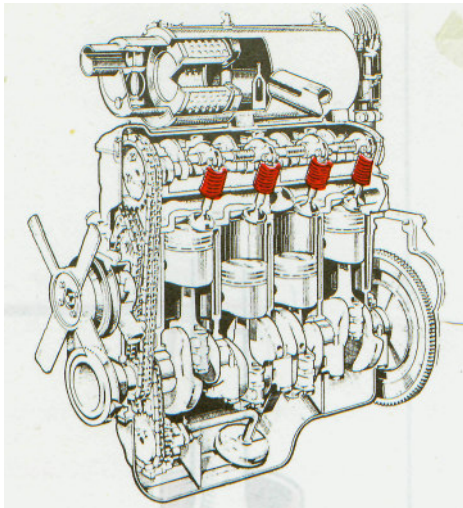


fig. 159 *SOU°C is geen kleinigheid.*

Door deze grote warmtebelasting van de uitlaatklep wordt voor deze kleppen meestal een ander materiaal toegepast dan voor inlaatkleppen, een materiaal dat beter bestand is tegen de warmte. Een veel voorkomend kleppenmateriaal is chroom silicumstaal.

Bij dieselmotoren komen wel eens kleppen voor met een "kraag". Dit zijn inlaatkleppen die de binnenkomende lucht een werveling moeten geven om een goede menging met de ingespoten brandstof te krijgen (fig. 190).





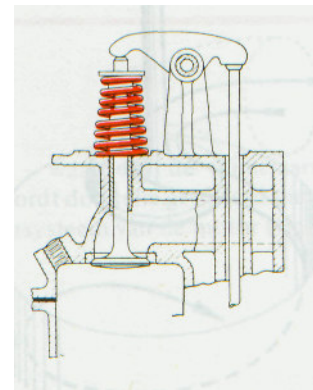
./!>•. !!>1 Plaatsing rail tic klprerei.

Jig.192 Kle[>veer ivordt ingedrukt.

25. KLEPVEREN EN NOG ENKELE ONDERDELEN

Klepveren (fig. 191) hebben de taak om de kleppen, nadat deze geopend zijn weer te sluiten. Wordt de klep door de tuimelaar naar beneden gedrukt (fig. 192), dan wordt ook de klepveer ingedrukt, waarbij deze een grotere spanning krijgt. Draait nu het hoger gedeelte van de nok op de nokkenas onder de klepstoter weg, dan kan de tuimelaar weer terug scharnieren. De onder hoge spanning gebrachte klepveer heeft nu de gelegenheid zich weer te ontspannen en drukt daarbij de klep in gesloten toestand.

DE KLEPVEERSPANNING IS BELANGRIJK



De klepveer moet van zodanige kwaliteit zijn, dat alles in zeer korte tijd kan geschieden. Is de klepveer slap geworden, dal zal het sluiten langzamer verlopen,

Zwevende kleppen kunnen echter ook voorkomen door het resoneren of meetrillen van de klepveren bij een bepaald toerental. Er zijn verschillende mogelijkheden om dit te voorkomen:

1e. Veer met verschillende spoed (fig. 195).

2e. Kegelvormige veer (fig. 196).

3e. Klepveer met binnen- en buitenveer (fig. 197).

In dit verband kan men ook de constructie met de haarspeldveren zien (fig. 198), welke wel eens op motorrijwielen voorkomen (fig. 199).

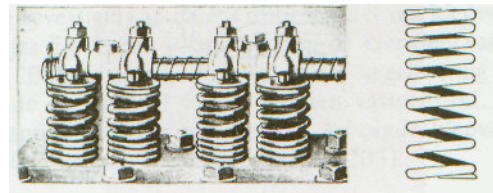


Fig. 195 Verschillende spoed.

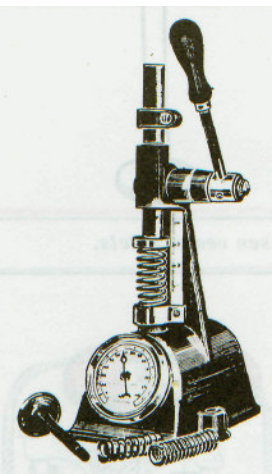


fig. 193 Klepveertester.

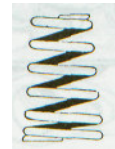


Fig. 196 Kegelvormig.

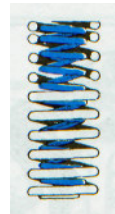


fig. 197 Binnen- en buitenveer.

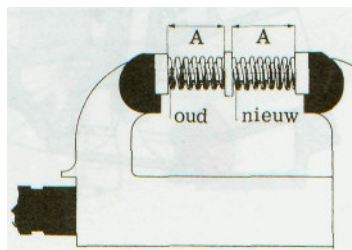
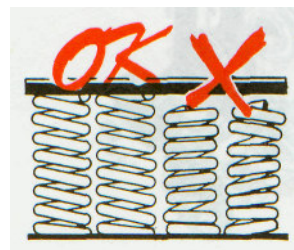


fig. 194 Beproeven met vergelijking.



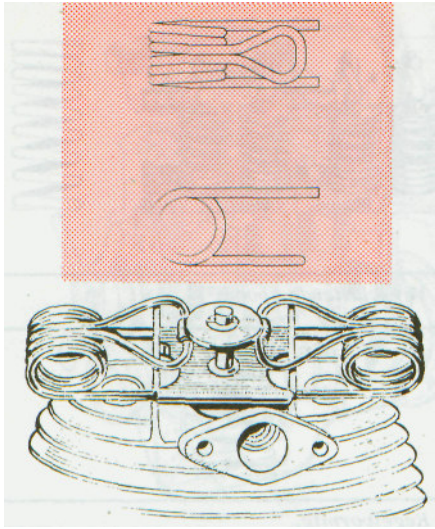
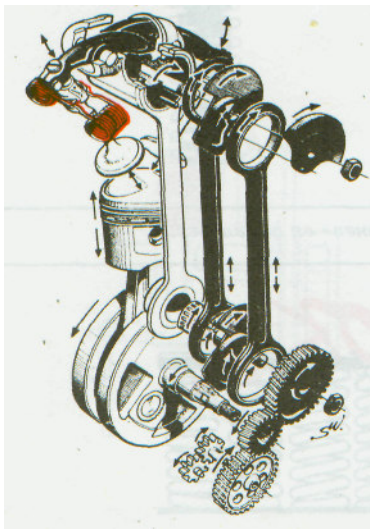


fig. 198 Haars/>ekli>eren



Jig.200 Veer tussen v e er schotels.



Jig, li>9 Motorrijwielmotor met **liaarspeldveren**.

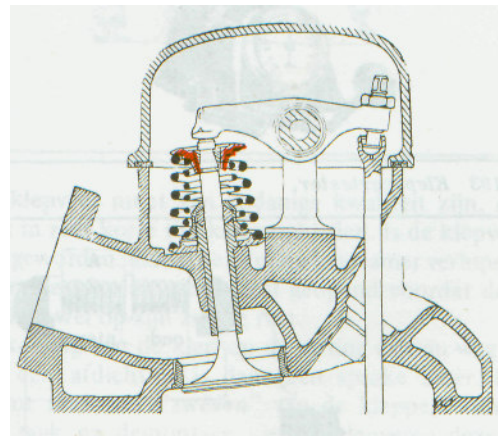


fig. 201 Eén veerschotel is aan de klepsteel bevestigd.

KLEPVEERSCHOTELS V

De klepveer sluit men op tussen veerschotels (fig. 200). De onderste klepveerschotel rust op de cilinderkop, terwijl de bovenste klepveerschotel (fig. 201) aan het eind van de klepsteel moet worden bevestigd.

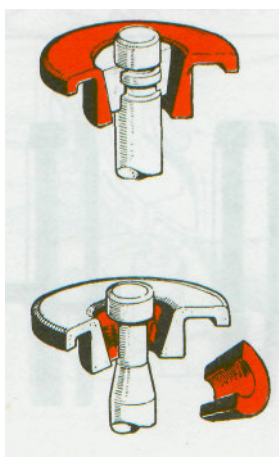


fig. 202 Door spietjes ivordt de veerschotel bevestigd.

KLEPSPIEËN

Deze bevestiging geschiedt door middel van klepveerspietjes die in een uitsparing van de klepsteel vallen (fig. 202) en daarin, doordat zij een kegelvormig gat van de veerschotel vallen, worden vastgedrukt. Bij zijklepmotoren bevindt zich de geborgde klepveerschotel juist aan de onderzijde (fig. 203).

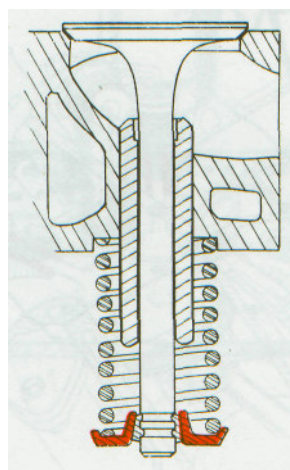


fig. 203 Bij zijklepmotoren bevindt zich de veerschotel aan de onderzijde

KLEPGELEIDERS

De klepgeleiders bevinden zich bij kopklepmotoren in de cilinderkop en bij zijklepmotoren in het cilinderblok. In deze geleiders glijdt de klepsteel op en neer (fig. 204). Deze klepgeleiders (fig. 205) worden in de cilinderkop of in het cilinderblok geperst. De speling tussen klepsteel en klepgeleider moet zeer nauwkeurig aan een bepaalde waarde voldoen.

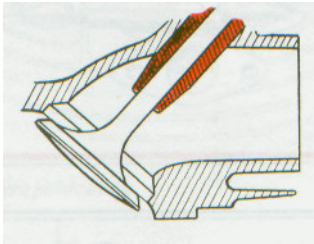


fig.206 De klep is gesloten.

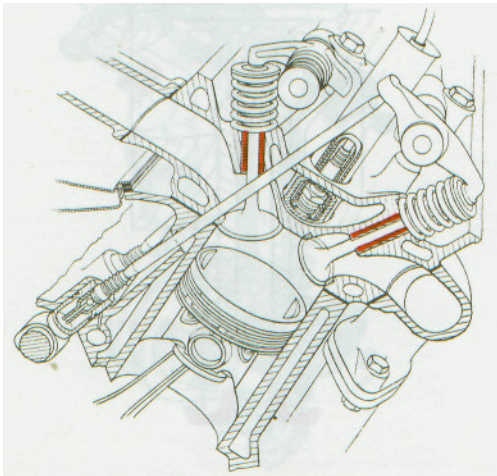


fig. 204 De klepsteel glijdt door de klepgeleider.

KLEPZITTINGEN

In gesloten toestand rust de klep op de klepzitting (fig. 206). Gedurende deze tijd is er warmteoverdracht van de klepschotel op de klepzitting. Ook moet er gedurende deze periode een goede afdichting bestaan. Losse klepzittingen worden eerst tot zeer lage temperatuur afgekoeld (met koolzuursneeuw) en in de cilinderkop of in het blok gemonteerd of zij worden ingeschroefd (fig. 207).

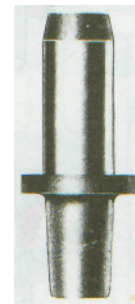
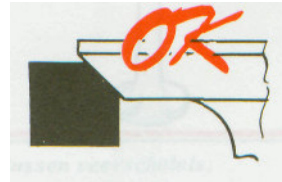


fig. 205 Klepgeleiders.

De klepzittingen zijn in verschillende hoeken geslepen (fig. 208), waarbij het vlak van 45° het sluitvlak met de klepschotel is. Is het sluitvlak breed, dan kan men dit smaller maken door gebruik te maken van een frees met een hoek van 15° en een hoek van 75° . Het frezen van klepzittingen staat afgebeeld in fig. 209.

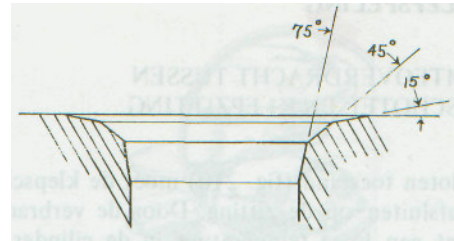


fig.208 Geslepen in i'erschilletule hoeken.

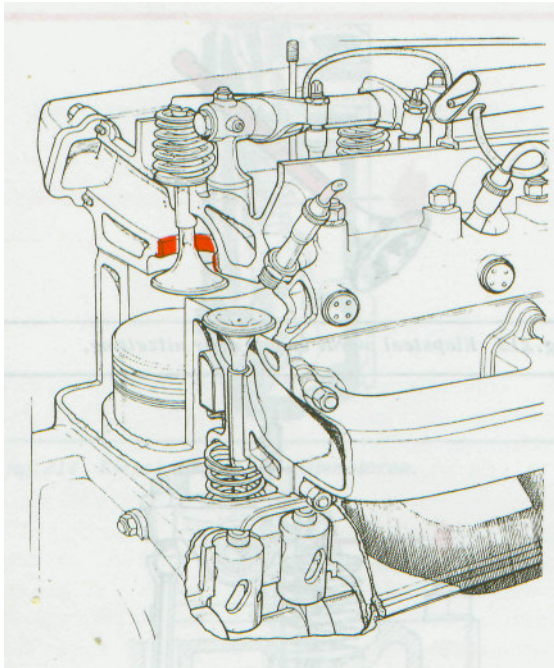


fig.207 Inge schroef de klepzittingen.

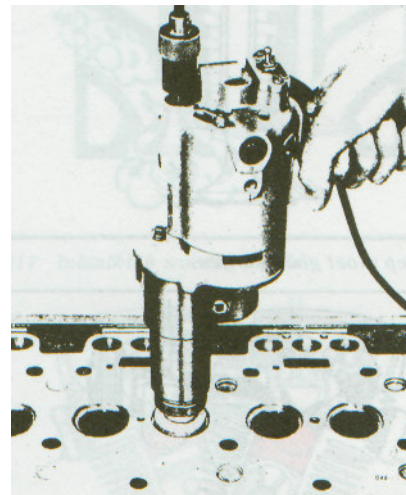


fig. 209 Klepzittingen frezen.

26. KLEPSPELING

WARMTEOVERDRACHT TUSSEN $KW \wedge i i S \wedge W$

In gesloten toestand (fig. 210) moet de klepschotel goed afsluiten op de zitting. Door de verbranding ontstaat een hoge temperatuur in de cilinder (fig. 211). Ook de kleppen zullen een hoge temperatuur krijgen en zoals elk metaal gaan uitzetten. Het is dus van warmte van de klepschotel op de zitting zijn, te begrijpen, dat de klepsteel (fig. 212) iets langer waardoor de temperatuur van de klep te hoog wordt.

KLEPSPELING IS NOODZAKELIJK

om deze uitzetting op te vangen laat men bij

bij kopk.ep.notoren een speling tussen tuimelaar en klepsteel (fig. 213) en brj zijklepmotoren tussen klepstoter en klepsteel (fig. 214) bestaan. Geeft men de speling niet, dan zal door de uitzetting de klepschotel niet meer op de zitting komen te rusten waardoor geen goede afdichting meer mogelijk is (fig. 215). Tevens zal er nu ook geen overdracht krijgen en zoals elk metaal gaan uitzetten. Het is dus van warmte van de klepschotel op de zitting zijn, te begrijpen, dat de klepsteel (fig. 212) iets langer waardoor de temperatuur van de klep te hoog wordt en deze zal verbranden (fig. 216).

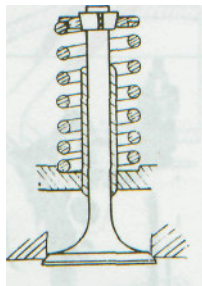


fig. 210 Klep moet goed sluit



fig. 212 Klepsteel wordt langer door uitzetting.

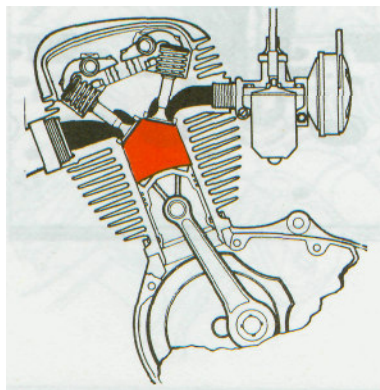
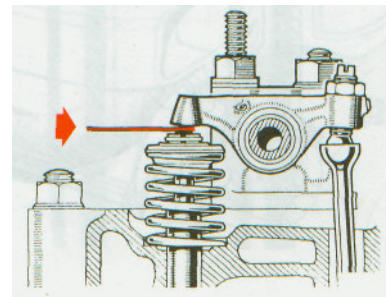


fig. 211
Verbranding



Jig.213 Klepspeling bij kopklepmotoren.

DE KLEPSPELING KAN VERSCHILLENDE ZIJN

Er is echter veel verschil in temperatuur, dus ook van de uitzetting tussen de inlaat- en de uitlaatklep. De inlaatklep zal nog worden gekoeld door het binnenkomende verse mengsel (fig. 217). De uitlaatklep daarentegen wordt extra verhit door de naar buitenstromende juist verbrande benzinelucht-mengsel (fig. 218). Hierdoor zal de speling die de uitlaatklep moet hebben groter zijn die van de



fig. 216 Verbrande klep.

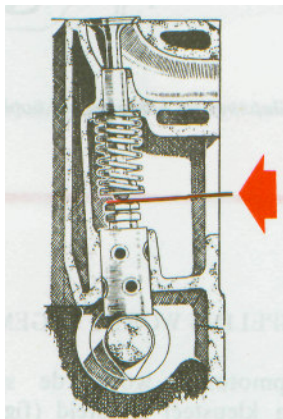


fig. 214 Klepspeling bij zijklepinotoren.

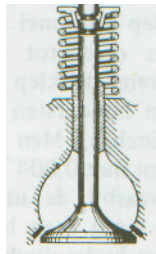


fig. 215 De klep blijft open staan.

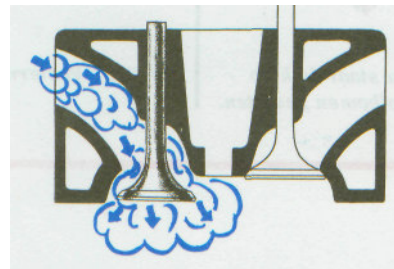


fig. 217 Inlaatklep wordt gekoeld.

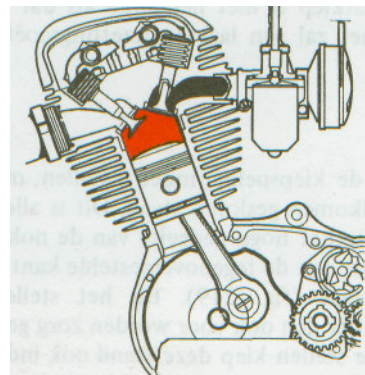
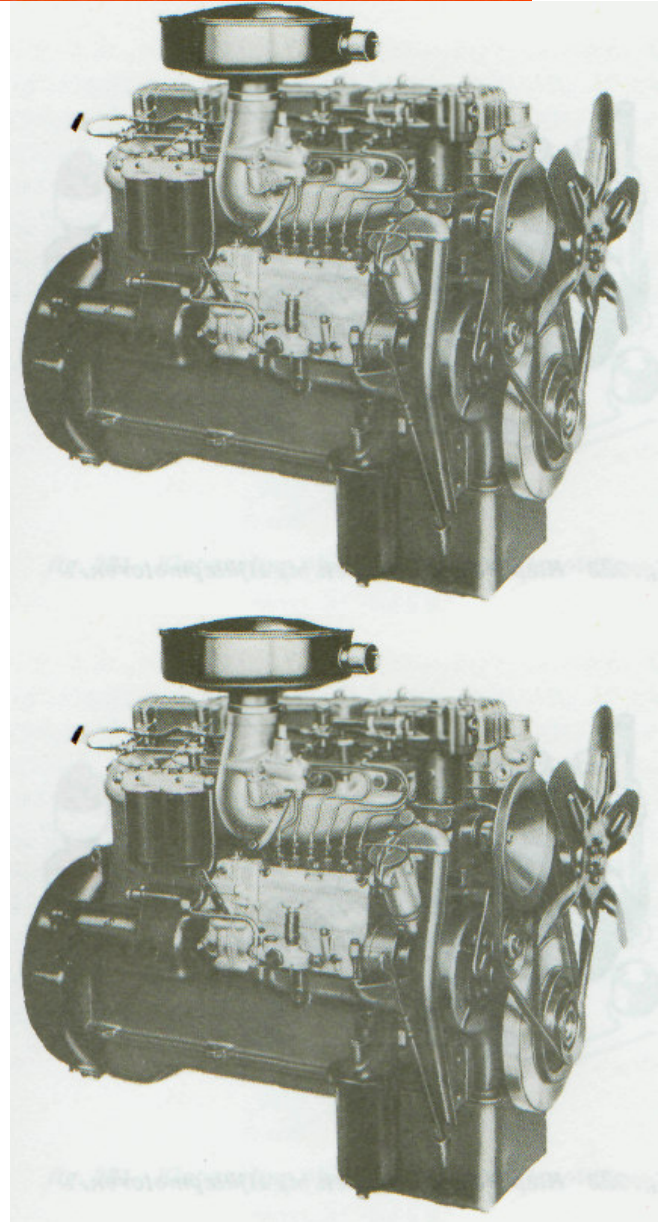
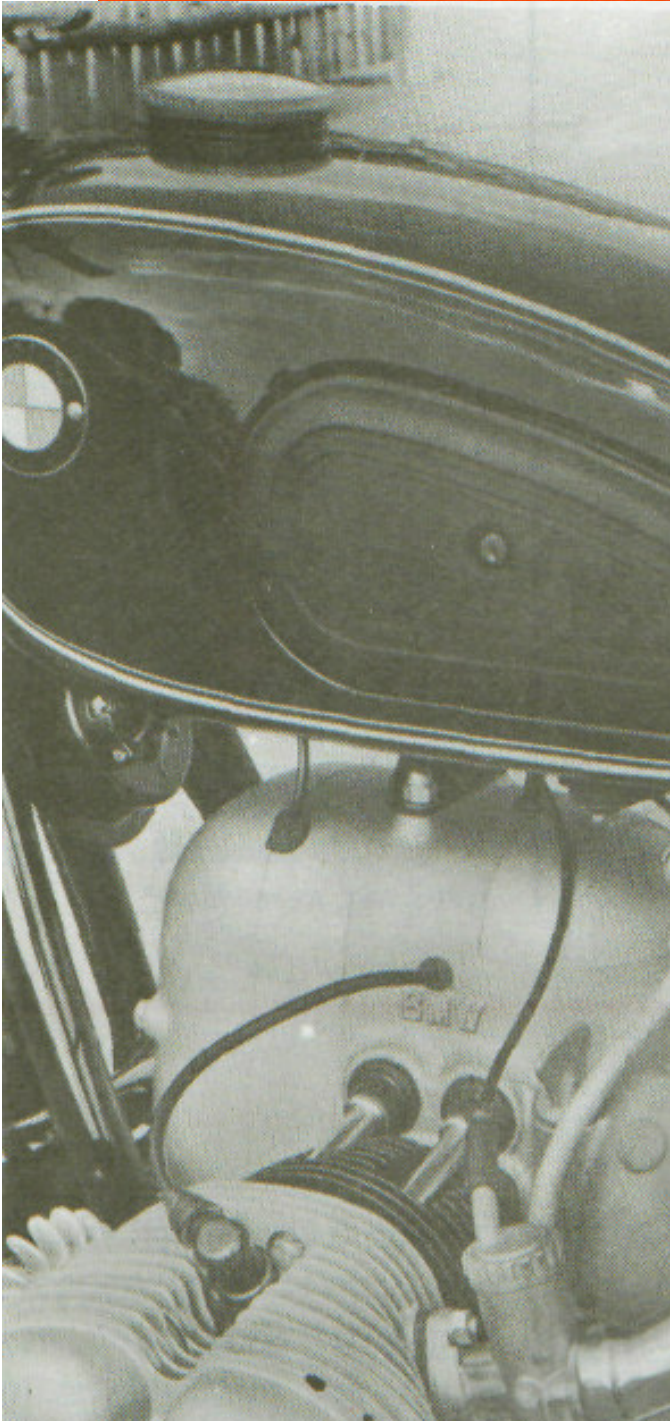


fig. 218 De uitlaatklep krijgt het heet te verduren.

CILINDEROPSTELLING



27. EENCILINDER-MOTOREN

Eencilinder-motoren worden in automobielen niet toegepast, doch komen in lichte landbouwtrekkers (fig. 223) veelvuldig voor. Ook lichte motorrijwielen en bromfietsen hebben over het algemeen éencilinder-motoren (fig. 224).

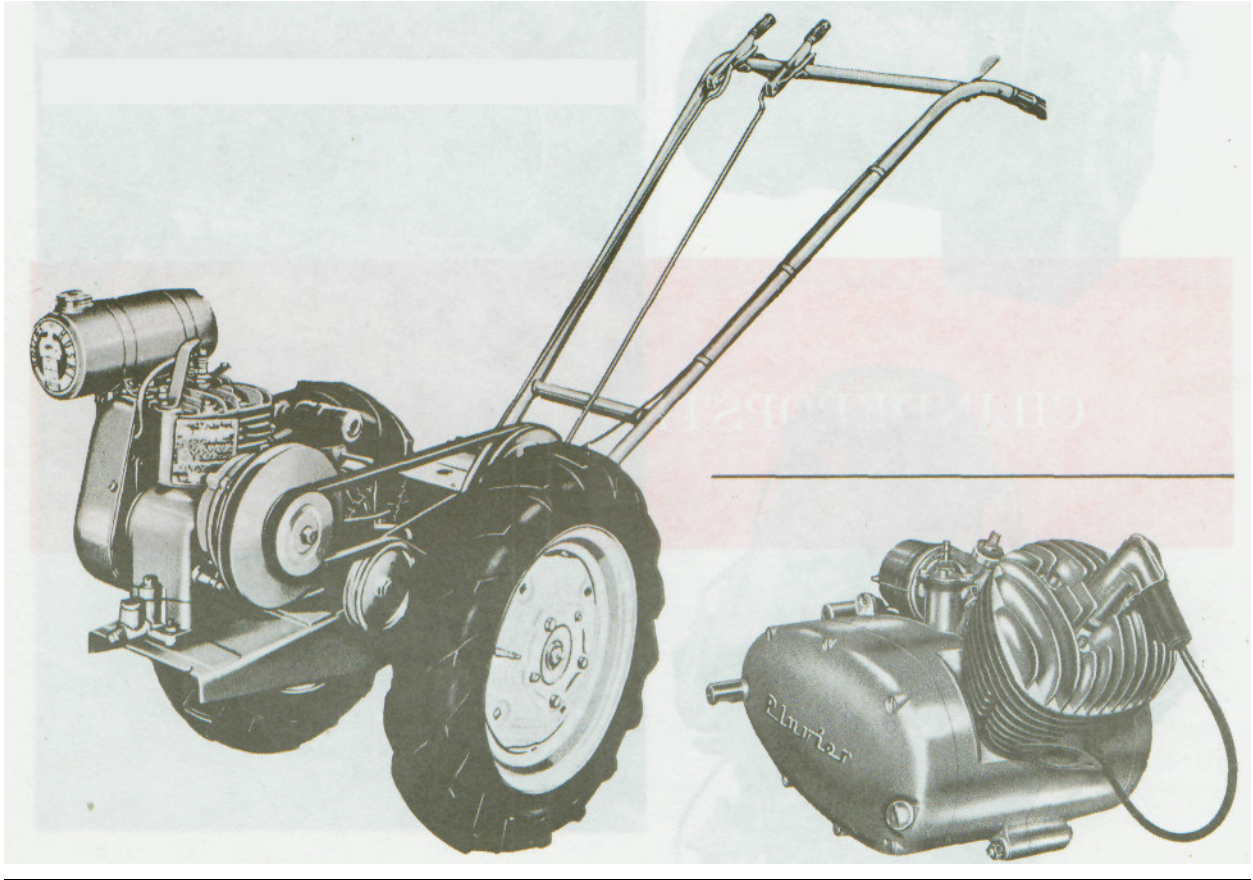


fig. 223 Eén cilinder trekkermotor

fig. 224
Bromfietsmotor

Stationaire motoren, zoals zij ondermeer in de industrie en bij niet verplaatsbare landbouwmachines worden gebruikt, zijn vaak dieselmotoren. Fig. 225 geeft een ééncilinderdieselmotor. Bij ééncilinder-vierslagmotoren moet ook een carterontluchting worden aangebracht, omdat de carterruimte afwisselend groter en kleiner wordt en er een overdruk in het carter kan ontstaan, wanneer de

zuiger omlaag gaat. Deze overdruk moet worden afgevoerd (fig. 226) omdat deze aanleiding geeft tot lekkage.

Bij meercilinder-motoren, waarbij één of meer zuigers omhoog gaan en eenzelfde aantal zuigers naar beneden gaat blijft de ruimte in het carter gelijk.

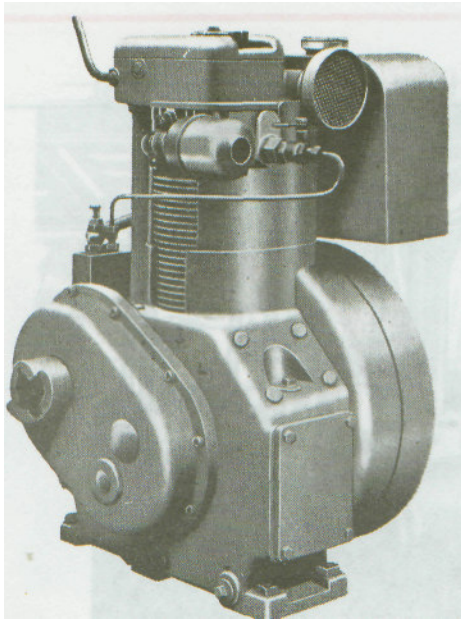


fig. 225 Stationaire dieselmotor.

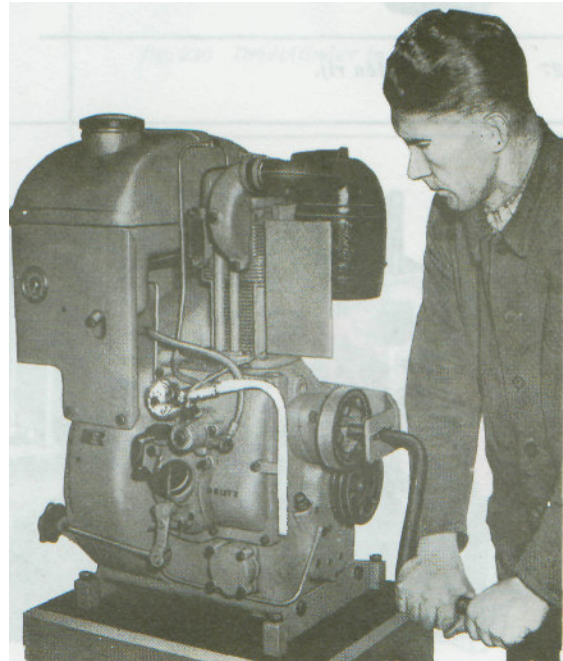
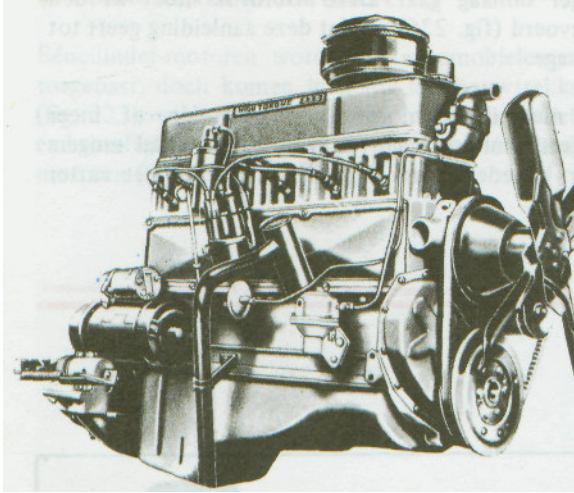


fig. 226 Carterontluchting



28. LIJNMOTOREN

Bij lijnmotoren (fig. 227) zijn de cilinders in één rij achter elkaar aan dezelfde zijde van de krukas geplaatst (fig. 228). Lijnmotoren kunnen 90° gekanteld zijn en horizontaal in het chassis gemonteerd zijn (fig. 229). Deze "underfloor" motoren worden dikwijls in autobussen toegepast. Een drie-cilinder- en een tweecilindermotor zijn in respectievelijk fig. 230 en fig. 231 afgebeeld.

fig. 227 Cilinders op één rij.

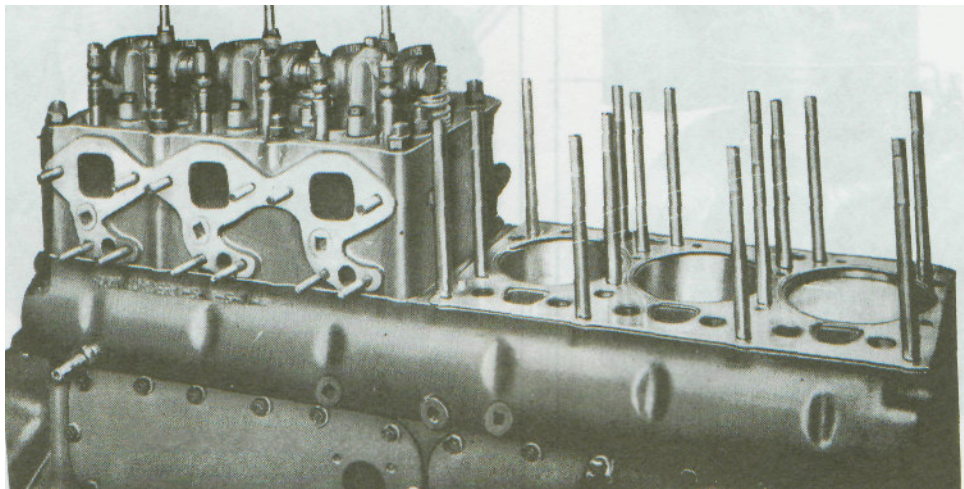


fig. 228 Met en zonder kop.

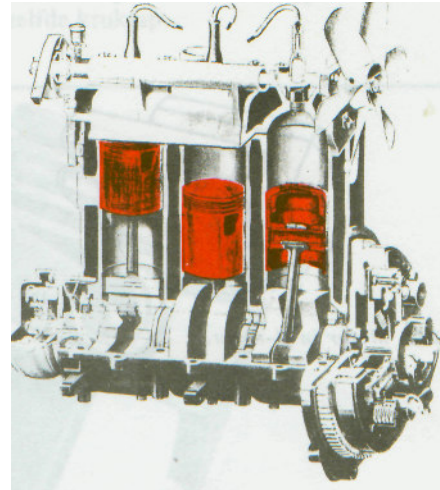
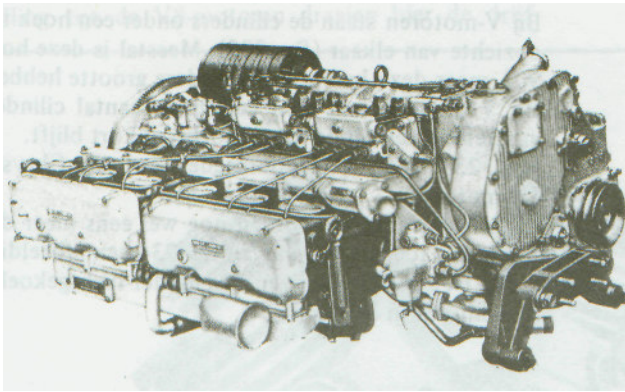


fig.230 *Drie cilinder in lijn.*

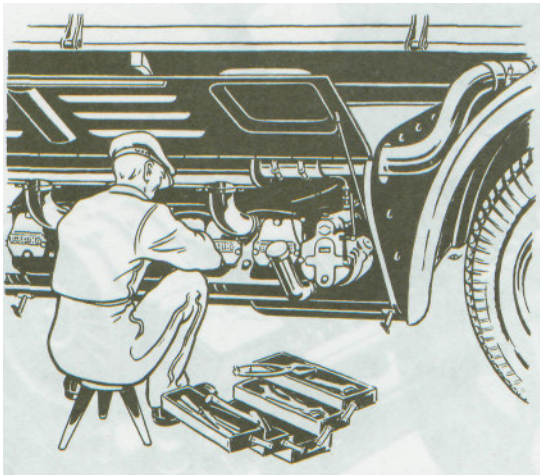


fig.229 *Horizontale
lijnmotor.*

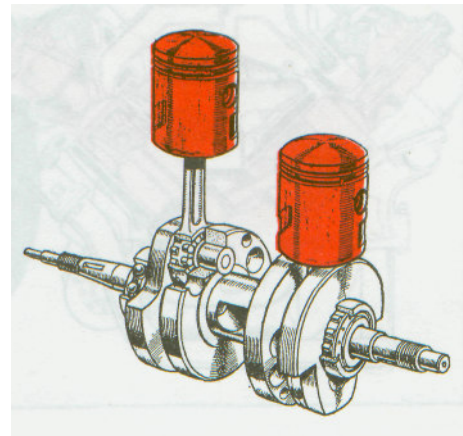
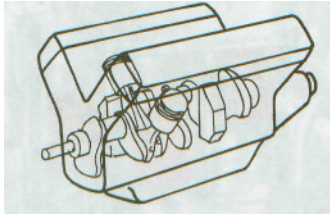


fig.231 *Tweecilinder in lijn.*



29. V-MOTOREN

Bij V-motoren staan de cilinders onder een hoek ten opzichte van elkaar (fig. 232). Meestal is deze hoek 90° , maar deze kan ook een andere grootte hebben. Bij V-motoren kan men een groot aantal cilinders aantreffen, terwijl de motor toch vrij kort blijft. Fig. 233 geeft een doorsnede van een Chrysler-V8-motor.

Bij scheepsmotoren worden nog wel eens meer dan 8 cilinders toegepast, waarvan fig. 234 een afbeelding geeft. Het betreft hier een 12-cilinder-luchtgekoelde dieselmotor in V-vorm.

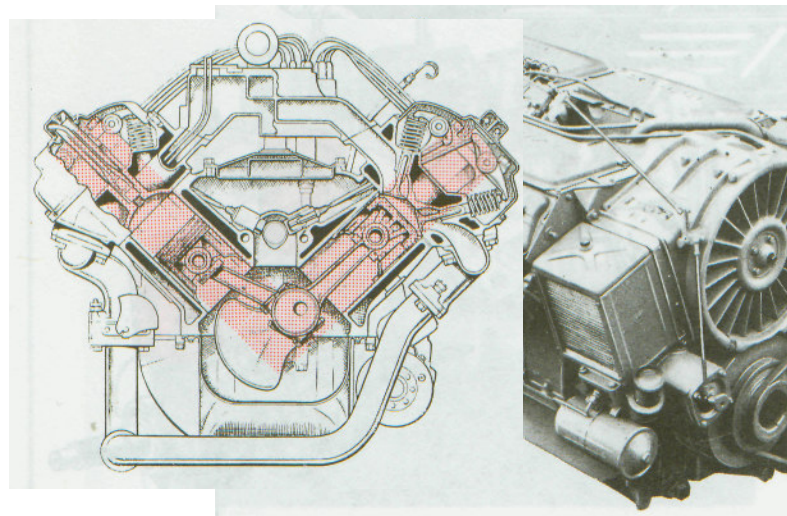


fig. 233 Chrysler V
8

fig.234 Scheepsdiesel V 12.

Tenslotte is in fig. 235 de krukas met drijfstangen en zuigers van een 6-cilinder V-motor te zien. In tegen-

stangen van twee tegenover elkaar liggende cilinders niet op dezelfde kruktap. stelling tot de V8-

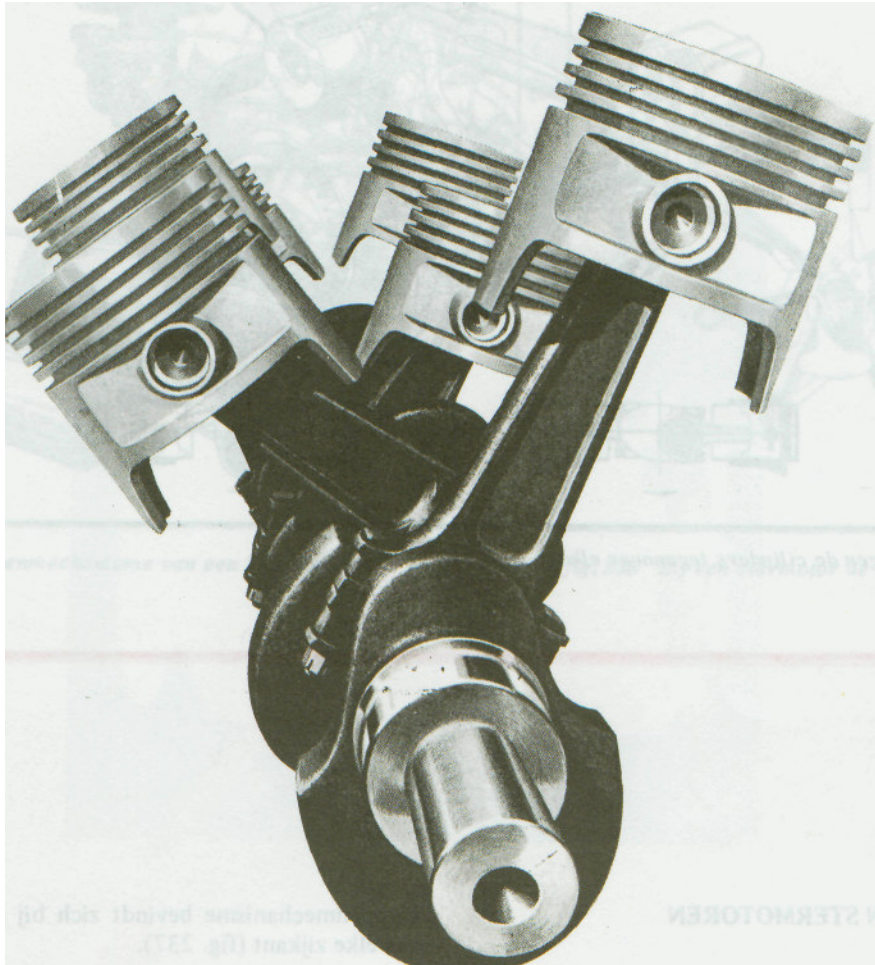


fig.235 Bij V6motorengeentwee drijfstangen of> dezelfde krnktaj).

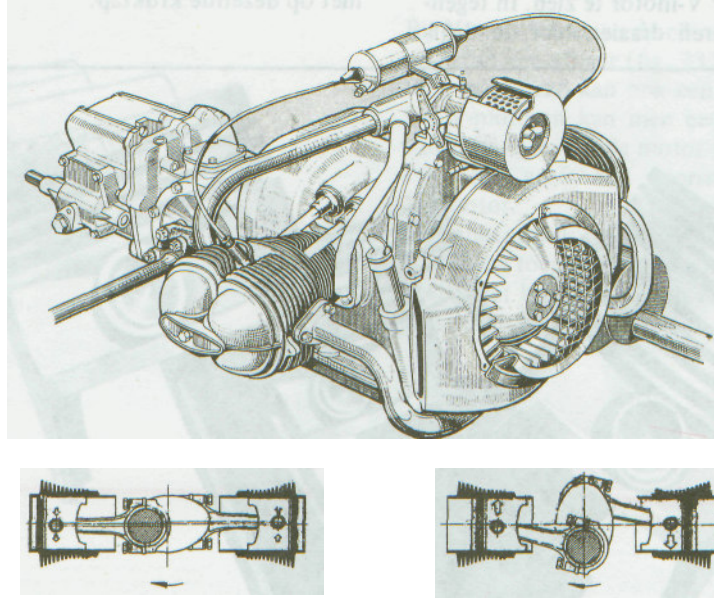


fig. 236 Uier liggen de cilinders tegenover elkaar.

30. BOXER- EN STERMOTOREN

Maken wij de hoek tussen de cilinders 180° dan noemt men dit een boxermotor.

Hierbij liggen de cilinders recht tegenover elkaar met de krukas in het midden (fig. 236). Het

nc

kleppenmechanisme bevindt zich bij deze motoren aan elke zijkant (fig. 237).

Zijn de cilinders in een cirkel rondom de krukas gelegen, dan spreekt men van een stermotor (fig. 238). Bij vliegtuigmotoren vindt deze constructie toepassing.

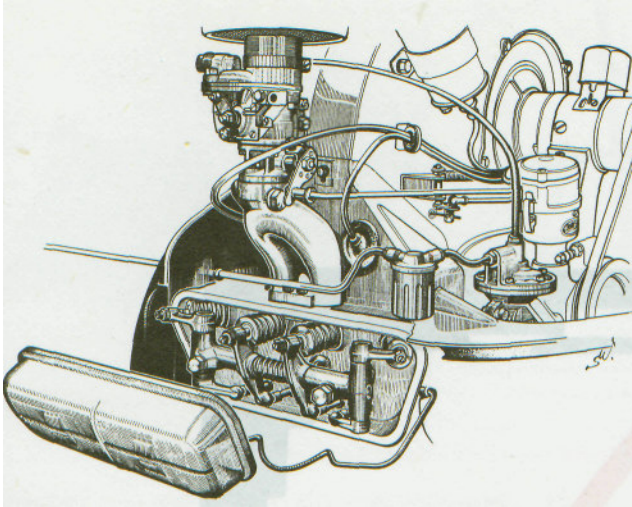


fig.237 Kleppemechanisme van een boxermotor.

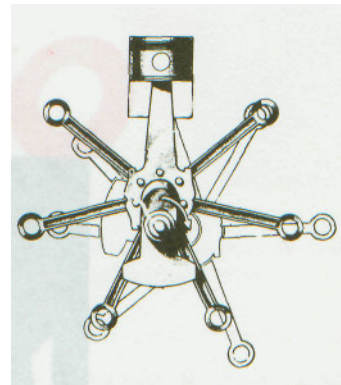
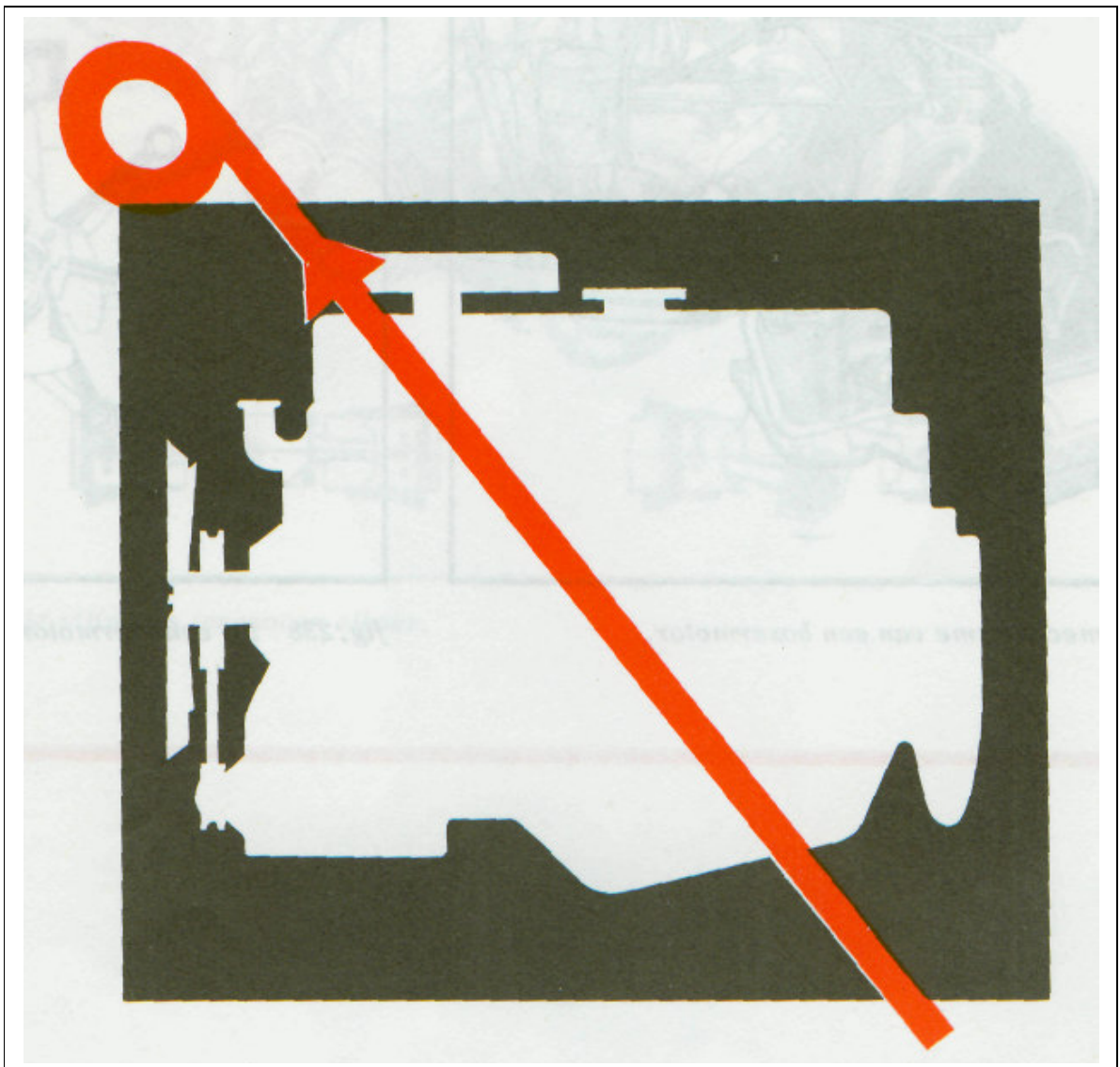


fig.238 Bij een sternotor de cilinders rondom.



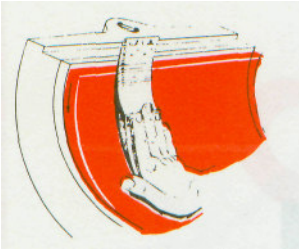


fig. 239 Zo kan men zich een oliefilm voorstellen.

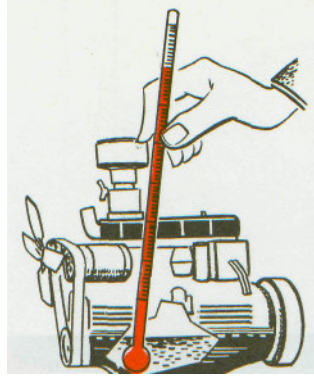


fig. 240 De temperatuur van de olie is belangrijk.

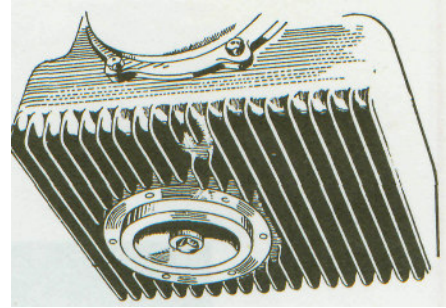


fig. 241 Carter met koelribben.

31. DOEL VAN DE SMERING

Door wrijving ontstaat warmte. Bij een verbrandingsmotor wrijven vele metaaldelen langs elkaar. Is de wrijving groot dan kan de warmteontwikkeling zo groot zijn dat de metalen plaatselijk smelten en vreten. Door een oliefilm tussen de metaaloppervlakten aan te brengen, zodat deze elkaar niet raken wordt de wrijving bijna geheel opgeheven dus ook de warmteontwikkeling.

TEGEN WRIJVING, VOOR WARMTEAFVOER, AFDICHTING EN VUILAFVOER

Men kan zich een oliefilm voorstellen als een spel kaarten. Evenals de losse kaarten uit een pak speelkaarten gemakkelijk over elkaar glijden uitwaaiëren, kunnen de oliedeeltjes in laagjes over elkaar schuiven (fig. 239). Ook dient de smeeroil nog voor warmteafvoer van sommige ongekoelde motordelen, zoals de hoofdagers van de krukas.

De olietemperatuur (fig. 240) mag niet te hoog worden, omdat de smeercapaciteit bij hoge temperatuur ($\sim 140^{\circ}\text{C}$) snel vermindert. Vooral bij luchtgekoelde motoren zal deze temperatuur hoog worden, zodat hier altijd afdoende vorm van koeling van de warme olie aan de buitenlucht aanwezig is. De meest eenvoudige maar niet altijd afdoende manier is het oliecarter te voorzien van koelribben (fig. 241). Vaak wordt dan ook een aparte oliekoeler toegepast.

Ook heeft de smeeroil de taak van afdichting en afvoer van vuil. Vooral de moderne gedoopte oliën houden de motor inwendig goed schoon.

HET OLIEPEIL IS BELANGRIJK

Het peil van de olie in het carter is van belang. Te hoge oliestand kan aanleiding geven tot een hoger oliegebruik evenals tot olielekage.

Te lage oliestand kan een te hoge temperatuur van de smeeroil geven wegens de geringe hoeveelheid,

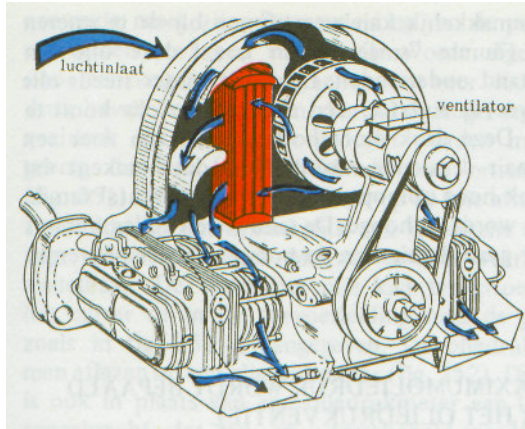


fig. 242 Oliekoeler bij V. W.



fig. 243 Het peil staat tussen maximum en minimum.

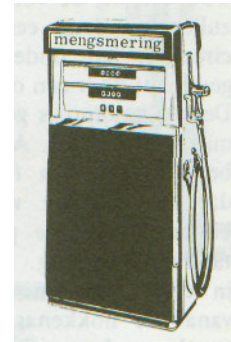


fig. 244 Mengsmering tanken

maar ook kan de toevoer naar de oliepomp in gevaar komen. Ter controle van het oliepeil bevindt zich aan het carter een peilstok, waarop een minimum- en een maximum stand is aangegeven. Het niveau mag niet boven het maximum of onder het minimum staan (fig. 243).

32. MENGSMERING

Mengsmering is wel de meest eenvoudige vorm van smering, die echter alleen bij tweeslagmotoren kan worden toegepast. De smeeroilie is in een bepaalde verhouding door de benzine gemengd. Mengsmering kan men uit de pomp betrekken (fig. 244). Dit mengsel komt eerst in het carter van de tweeslagmotor, waar de olie het lagerwerk zal snieren. De cilinderwand wordt gesmeerd als dit verse mengsel boven de zuiger komt (fig. 245). Bij tweeslagmotoren is dus geen olievoorraad in het carter aanwezig.

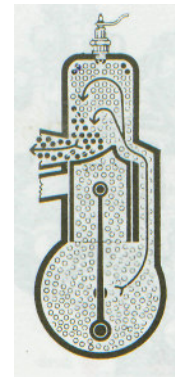


fig. 245 De olie door de benzine smeert de bewegende delen.

33. DE OLIEPOMP

Voordat wij de volledige druksmering behandelen, zullen we eerst eens nagaan hoe wij de olie in circulatie en onder druk kunnen brengen. Dit geschiedt door een oliepompe.

Deze oliepompe is gemonteerd in het carter van de motor (fig. 246). Aan de onderzijde van de pompe bevindt zich een filter (fig. 247) dat verhindert, dat de grootste verontreinigingen de oliepompe binnentreden. De pompe zelf is meestal van het tandvrieltipe (fig. 248) waarbij twee tandwielen in elkaar draaien. De pompe wordt aangedreven vanaf de nokkenas. Vanar de toevoersijde wordt steeds een hoeveelheid olie in de tandruimte tussen het pomphuis meegenomen (fig. 249). Waar de tanden weer in elkaar draaien, moet de olie uit de tandruimte verdwijnen en wordt zodoende in de persleiding (fig. 250) gedrukt. Aangezien de olie

niet gemakkelijk kan wegstromen bij de te smeren delen (dunne "smeerspleten"), zal deze olie een weerstand ondervinden. Er wordt echter steeds olie aangevoerd, zodat er een druk op de olie komt te staan. Deze druk moet hoog genoeg zijn voor een stationair draaiende motor. Maar dat betekent dat de druk hoog oploopt, wanneer het toerental van de motor wordt verhoogd. De tandwielen zullen immers sneller gaan draaien en de pompe zal meer opbrengst geven,

DE MAXIMUMOLIEDRUK WORDT BEPAALD

nnnp HPT nr IFHRI IWPMTIRF
UVJX-7/n c.1 vJLi EL L/T u IX v LJ IN 111, .L

Deze druk mag een bepaalde maximumwaarde niet overschrijden (3 a 4 bar overdruk), zodat er een veiligheidsventiel-ook wel oliedrukventiel genoemd -

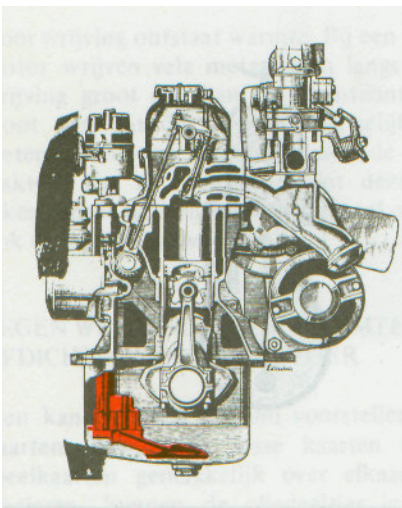


fig. 246 In het carter bevindt zich de oliepompe.

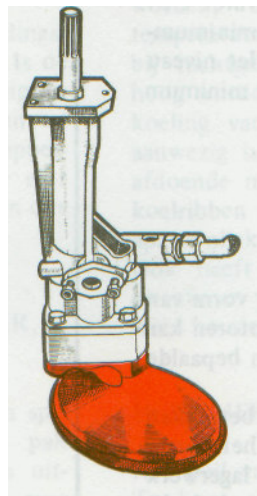


fig. 247 Dit is de zeef aan de oliepompe.

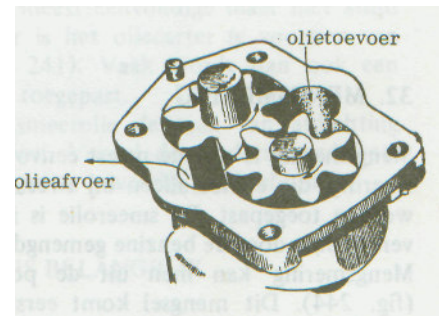


fig. 248 Tandwiel oliepompe.

aanwezig moet zijn. De persleiding van de pomp is verbonden met een ruimte die wordt afgesloten door een kogel, met daarachter een veer. Komt de druk boven het maximum, dan zal de kogel tegen de veerdruk in naar rechts gedrukt worden met als gevolg dat een hoeveelheid olie kan ontsnappen (fig. 251). Hierdoor zal de druk op de olie afnemen. Deze druk is dus afhankelijk van de kracht van de veer achter de kogel. Meestal is deze veerkracht nastelbaar. De ontsnapte olie kan terugvloeien in het carter of in de toevoerleiding naar de pomp, zoals in fig. 251 is aangegeven. De oliedruk kan men aflezen op een oliedrukmeter (fig. 252). Dikwijls is ook in plaats van een oliedrukmeter een lampje aangebracht, dat aan- en uitgeschakeld wordt door een schakelaar, die bediend wordt door de oliedruk in de persleiding. Als de druk boven een bepaalde minimum waarde komt van + 1 bar overdruk zal het lampje uitgaan.

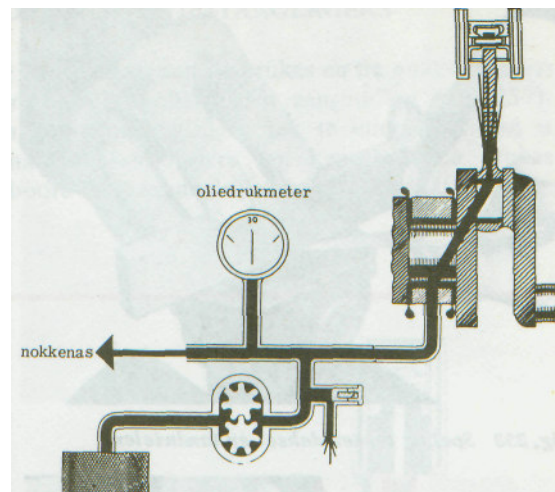


fig. 252 De oliedrukmeter wijst de druk aan in kg/cm² of pounds per square inch.

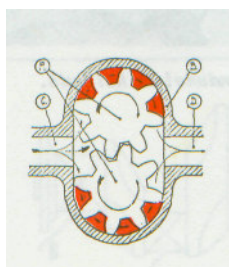


fig. 249 De olie ivordt in een tandruimte meegenomen.

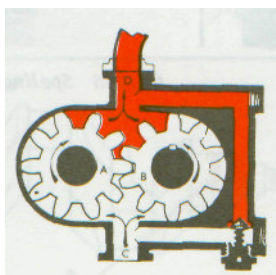


fig. 250 De tanden draaien in elkaar, dus de olie moet weg.

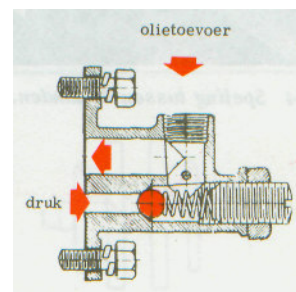


fig. 251 Oliedrukventiel

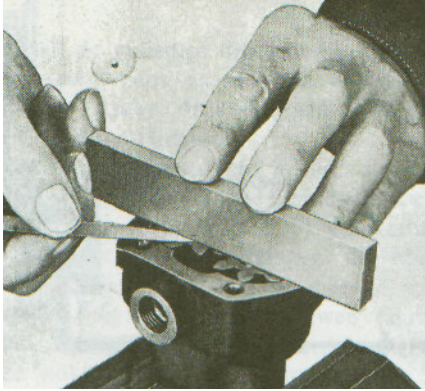


fig.253 Speling tussen deksel en tandwielen.

In de tandwielpompe mag niet te veel ruimte tussen de tanden van beide tandwielen en tussen het pomphuis en de tandwielen aanwezig zijn, omdat dit drukverlies tengevolge heeft. De spelingen hier-tussen moet dus aan een bepaalde waarde voldoen (fig. 253 t/m 255).

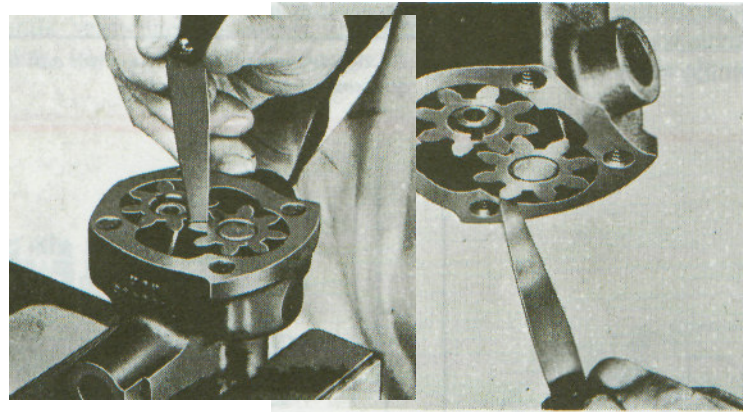


fig.254 Speling tussen de tanden.

fig.255 Speling tussen het tandwiel en het huis.

34. VOLLEDIGE DRUKSMERING

HOOFD- EN DRIJFSTANGLAGERS

De olie die de oliepomp levert wordt door leidingen De hoofdlagers van de krukas en de nokkenaslagers zijn op deze oliekanalen aangesloten (fig. 257). Om de drijfstanglagers ook te kunnen smeren is

vanaf de hoofdlagers een kanaal in de krukas geboord dat naar de drijfstanglagers leidt (fig. 258).

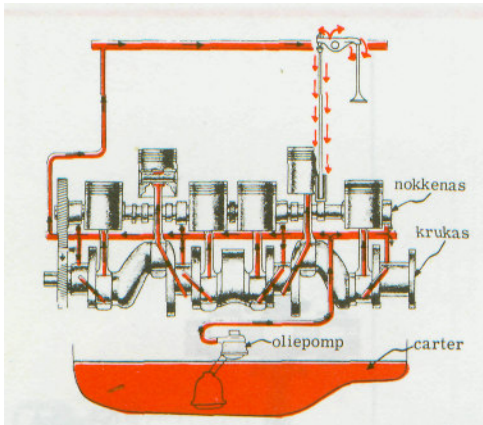


fig. 256 Wat er onder druk gesmeerd wordt.

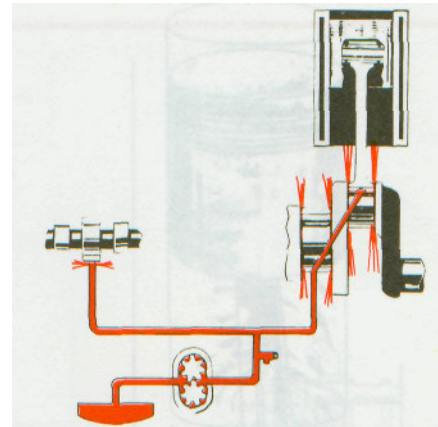


fig.257 De smering van hoofd-drijfstang-en nokkenas-lagers.

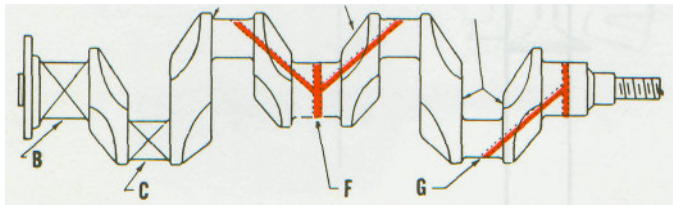
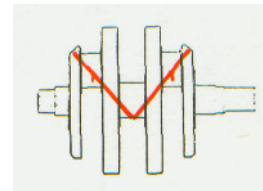


fig. 258 Van hoofd- naar drijfstanglager.



CILINDERWAND

De cilindervoering wordt gesmeerd door de olie die langs het drijfstanglager weglekt. Door de ronddraaiende beweging die de drijfstangvoet maakt zal de olie tegen de cilinderwand worden aangeslingerd (fig. 259).

NOKKENASLAGERS

De nokkenaslagers zijn ook aangesloten op het oliekanal vanaf de oliepompe (fig. 260).

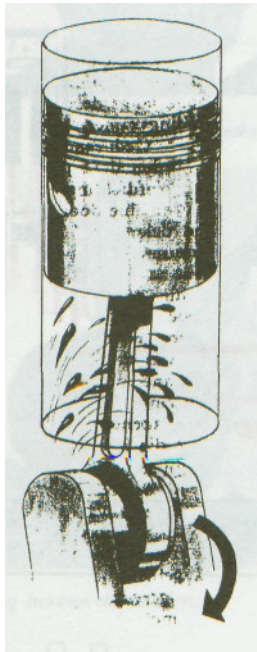


fig. 259 De cilinderwandsmering,

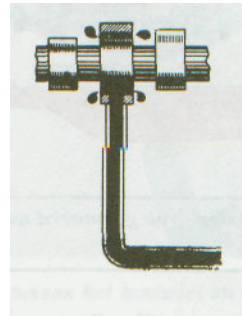


fig. 260 Smering van nokkenaslager.

TUIMELAARAS

Het kleppenmechanisme moet ook worden gesmeerd. Daartoe loopt er een kanaal naar de tuimelaarass die op zijn beurt weer doorboord is en openingen heeft bij de diverse tuimelaars (fig. 261).

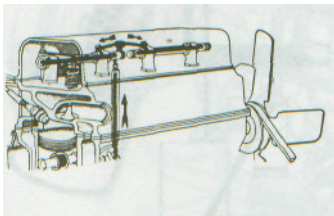


fig. 261 De olie gaat naar tuimelaarass en tuimelaars.

KLEPGELEIDERS

Hieruit weglekkende olie zal tevens de klepgeleider smeren (fig. 262). De olie zal altijd na zijn taak te hebben verricht, weer terugvloeien in het carter (fig. 263).

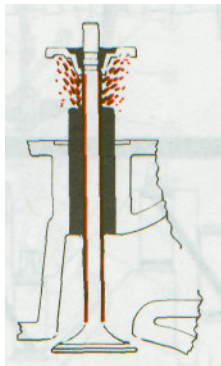


fig. 262 Smering van de klepgeleider s

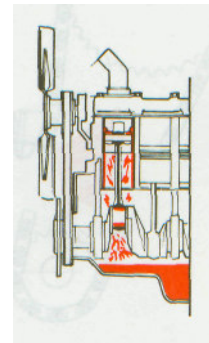


fig. 263 De olie komt terug in het carter.

DISTRIBUTIE

Tenslotte moet ook de distributie, dat wil zeggen de overbrenging van krukas op nokkenas (fig. 264),

worden gesmeerd. Ook dit geschiedt onder druk van de oliepomp. Fig. 265 geeft nog eens een totaal overzicht van de volledige druksmering met de bijbehorende benamingen.

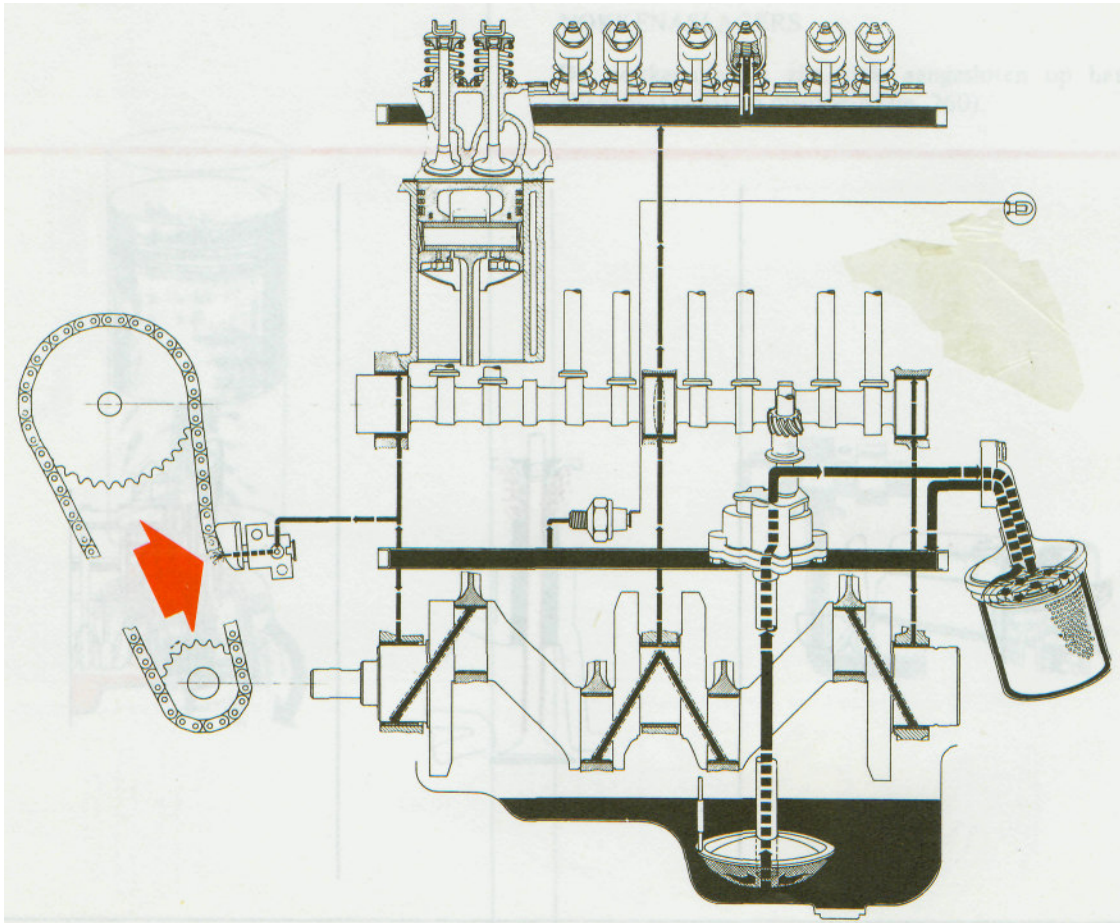


fig.264 De nokkenasaandrijving wordt ook gesmeerd.

- 1.oliedrukmeter
- 2.slang en carterventilatie
- 3.luchtfILTER
- 4.slang en carterventilatie

- 5.tuimelaars
- 6.olievuldop
- 7.oliefILTER
- 8.toevoerleiding naar oliefILTER
- 9.afvoerleiding van oliefILTER
- 10.oliepeilstok
- 11.oliedrukventiel
- 12.aandrijfwiel van de oliepomp
- 13.nokkenas
- 14.opening van de distributiesmering
- 15.oliepomp
- 16.aftapplug
- 17.zeef
- 18.terugvoerleiding van het oliedrukventiel
- 19.persleiding vanaf de oliepomp
- 20.hoofdlager
- 21.toevoerleiding naar de tuimelaars

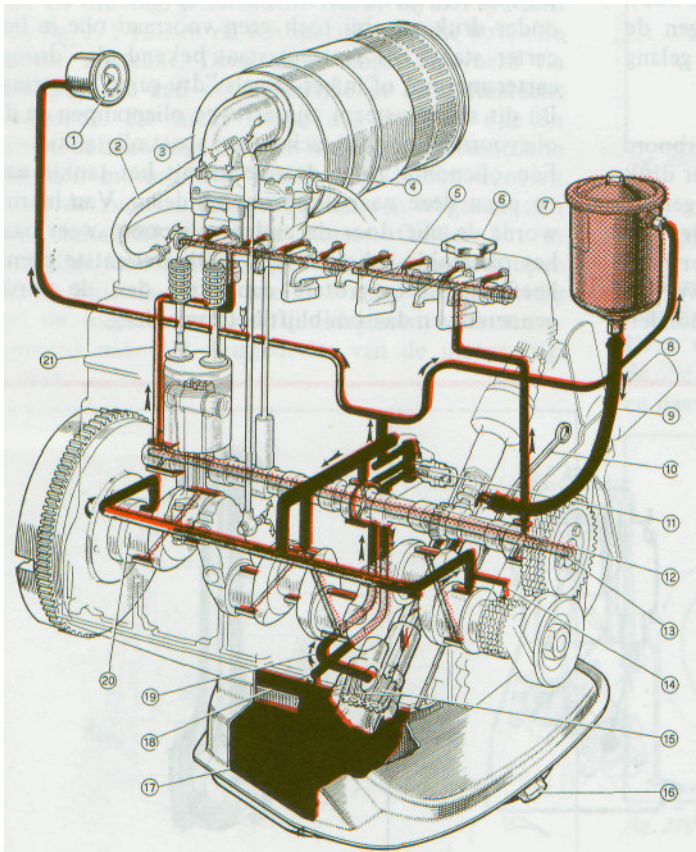


fig.265 Volledige druksmering.

35. NOG ENIGE AANVULLENDE CONSTRUCTIES

Enige aanvullende constructies kunnen nog wel eens voorkomen. De smering van de cilinderwand kan nog worden verbeterd door een opening in de drijfstangvoet aan te brengen die aangesloten is op de druksmering van het drijfstanglager (fig. 266). Hieruit spuit dan een dunne straal olie tegen de cilinderwand en tegen de nokkenas, al naar gelang de stand van de drijfstang (fig. 267).

Ook kan de drijfstang in lengterichting doorboord zijn, waarbij dan de zuigerpen ook nog onder druk wordt gesmeerd (fig. 268). Tevens zal de tegen de zuigerbodem spuitende olie de zuiger koelen. In enkele gevallen zal de smering van de cilinderwand nog geschieden door olie, die wordt opgeworpen dooreen likker die met de drijfstangvoet is verbonden

(fig. 269). Vanaf de holte in de likker voert een kanaal de olie ook naar het drijfstanglager.

Dit komt nog voor bij eenvoudige stationaire één-cilinder-motoren.

DRY-SUMP SMERING

Bij motorrijwielmotoren is soms sprake van smering onder druk waarbij toch geen voorraad olie in het carter staat. Dit systeem staat bekend als "droog cartersmering" of in het Engels "dry-sump" smering.

Bij dit smeersysteem zijn er twee oliepompen en de olievoorraad bevindt zich in een apart olietankje.

Eén oliepomp zuigt de olie vanuit het tankje aan en perst deze naar de te smeren delen. Van hieruit wordt de olie door de andere oliepomp weer naar het olietankje gebracht (fig. 270). De laatste pomp heeft een iets grotere capaciteit dan de eerstgenoemde en daarom blijft het carter leeg.



fig.266 Cilinderwandsmering door opening in drijfstang voet.

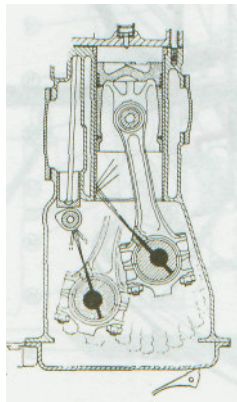


fig.267 Op deze manier wordt ook de nokkenas gesmeerd.

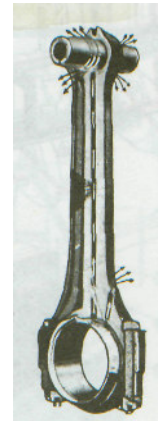


fig.268 Doorboorde drijfstang,

DE CARTERVENTILATIE

Carterventilatie wordt toegepast om de lekgassen van de verbranding die onder de zuiger zijn gekomen af te voeren. Deze lekgassen geven een snelle veroudering van de smeeroilie. Door deze veroudering verliest de olie zijn smerende eigenschappen en wordt dik en drabbig. Buitenlucht treedt bij het systeem van fig. 271 binnen via een speciale pijp die boven de motor uitsteekt. Deze lucht wordt afgevoerd via een pijp die aan de onderzijde in de buitenlucht uitmondt. De lucht strijkt dus over de olie en neemt de aanwezige dampen mee. De Carterventilatie van een motor dient steeds goed te functioneren want de zure condensprodukten van lekgassen zijn zeer schadelijk voor de motor. Omdat het in sommige landen niet toegestaan is de carterdampen in de buitenlucht te lozen, worden tegenwoordig bij de meeste motoren de lekgassen weer teruggevoerd naar het zuiggedeelte van de motor (fig. 271 a).

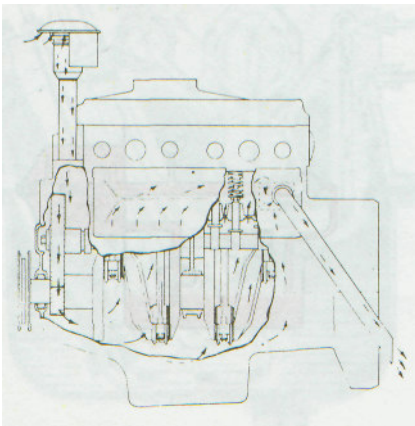


fig. 271 a Terugvoer naar het aanzuiggedeelte.

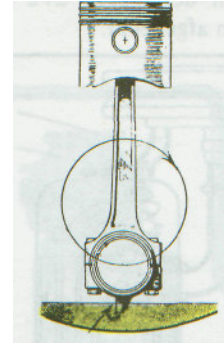
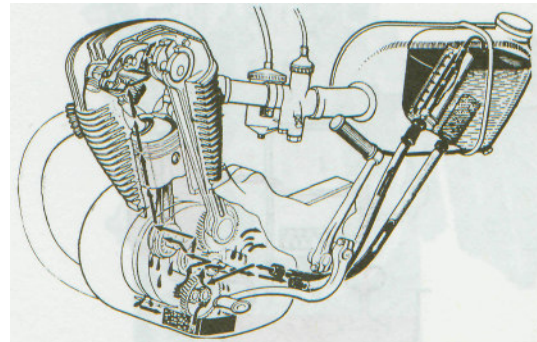


fig. 269 Met een likker wordt de olie rondgeslingerd.

36. OLIEFILTERS

Gedurende de kringloop van de olie worden verontreinigingen opgenomen zoals metaaldelen en kool. Deze verontreinigingen worden door een filter uit de olie gehaald opdat zij niet constant mee circuleren en daardoor schade veroorzaken.



jig.270 Dry-sump smering

Zoals gezegd worden de grootste verontreinigingen tegengehouden door de zeef, die zich aan de zuigleiding van de oliepomp bevindt. Voor een meer fijnere filtrering zorgt een oliefilter. Dit

oliefilter kan op twee manieren in het oliecircuit geschakeld zijn. In de figuren 272 en 273 staan deze mogelijkheden afgebeeld.

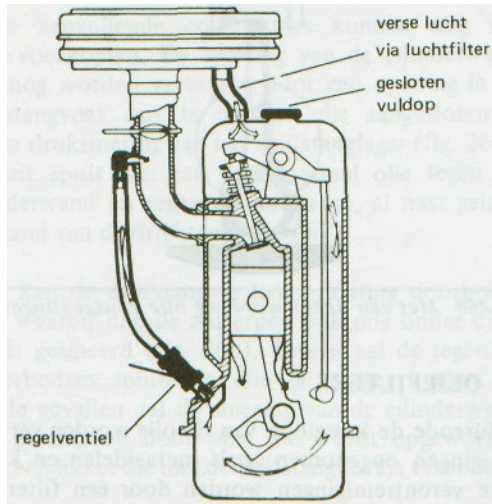


fig. 271 Carterventilatie

BY-PASS FILTER

Het oliefilter kan zodanig geplaatst zijn, dat slechts een gedeelte van de olie die door de pomp wordt geleverd door het filter stroomt. De gereinigde olie zal dan weer terugstromen in het carter. Het filter staat hier als het ware parallel aan het smeerole-leidingnet en staat bekend als "by-pass filter" (fig. 272).

FULL-FLOW FILTER

Ook kan het filter in serie staan, waarbij dan alle olie die door de pomp geleverd wordt door het filter moet gaan (fig. 273). Dit staat bekend onder de naam "full-flow" filter. Aangezien er bij dit systeem - als het filter verstopt raakt - geen olie meer naar de lagers zou kunnen stromen, heeft men aan dit filter een veiligheidsventiel aangebracht dat dit voorkomt. In de figuren 274 en 275 zijn deze systemen nog weer eens afgebeeld.

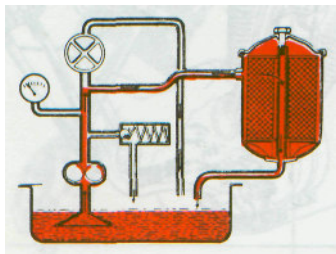


fig. 272 By-pass filter

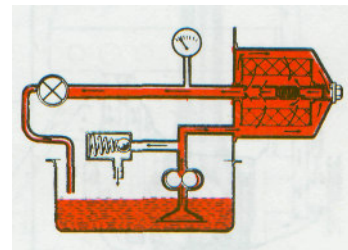


fig. 273 Full-flow filter

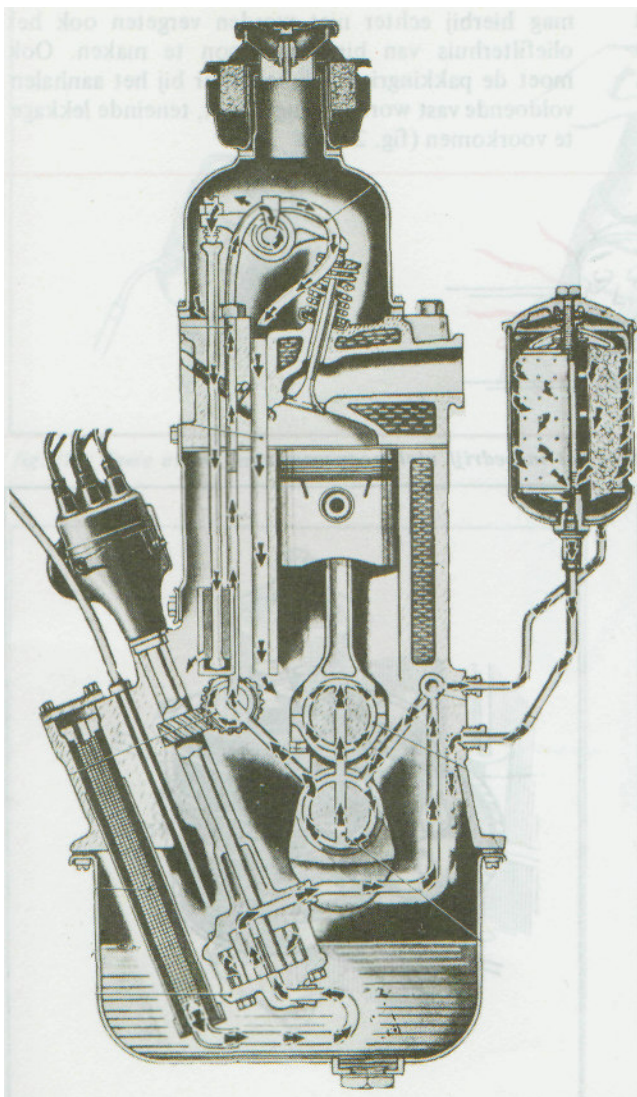


fig.274 Smeersysteem met by-pass filter,

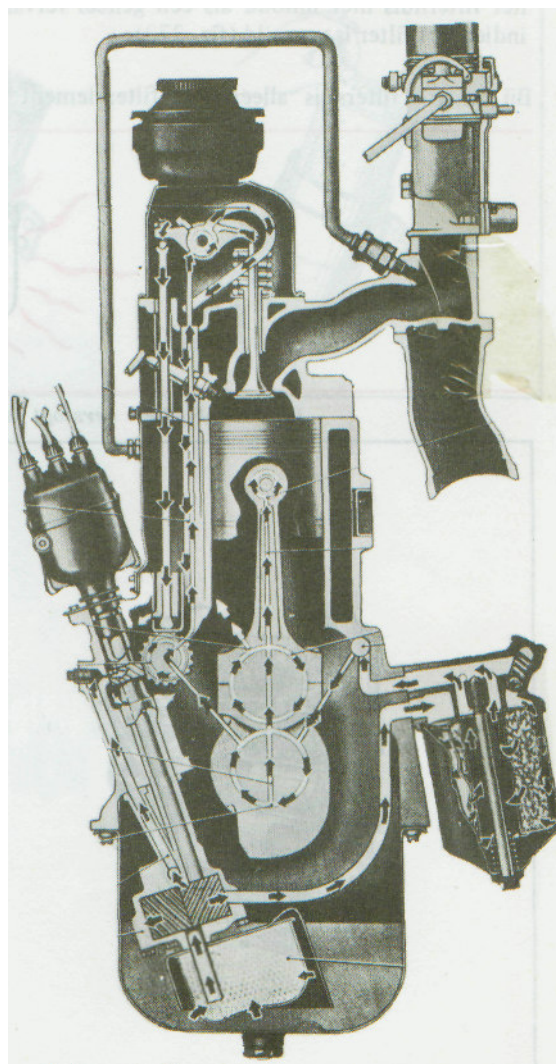
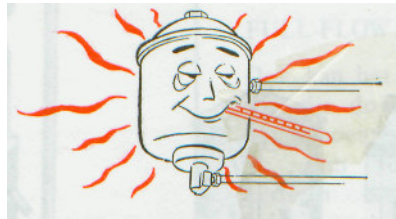


fig.275 Smeersysteem met full-flow filter.

Het oliefilterhuis is meestal direct tegen het motorblok gemonteerd (fig. 276) maar kan ook min of meer in het motorblok zijn gebouwd. Soms wordt het filterhuis met inhoud als één geheel vervangen indien het filter is vervuild (fig. 272).

Bij andere filters is alleen het filterelement ver-

wisselbaar en dan moet het ook bij elke grote onderhoudsbeurt worden vernieuwd (fig. 278). Er mag hierbij echter niet worden vergeten ook het oliefilterhuis van binnen schoon te maken. Ook moet de pakkingring van het filter bij het aanhalen voldoende vast worden aangedrukt, teneinde lekkage te voorkomen (fig. 279).



Indien het filter verstopt is, wordt het in bedrijf niet meer warm.

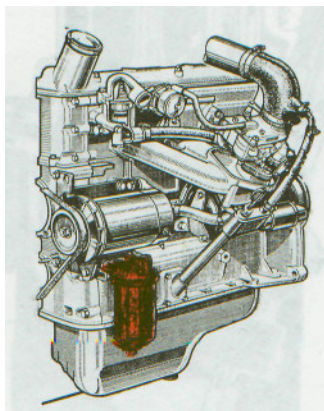


fig. 276 Plaatsing van het filter.

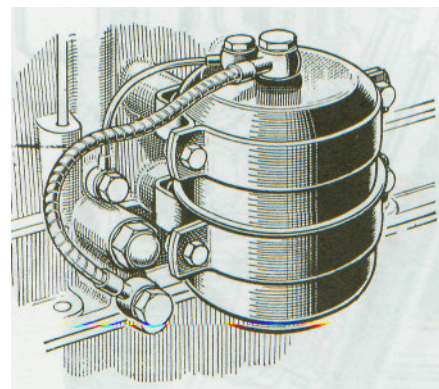


fig. 277 Oude er af, nieuwe er op.

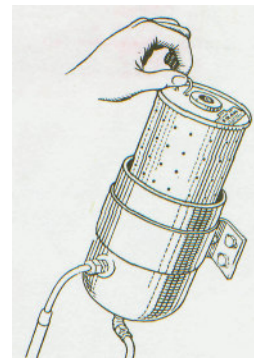
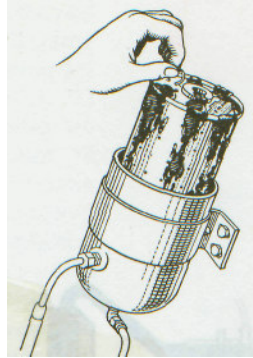
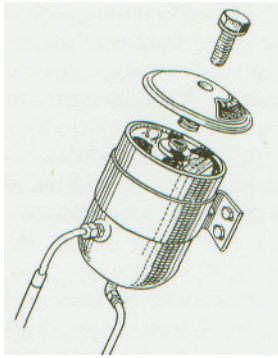


fig. 278 Oude er uit, nieuwe er in.

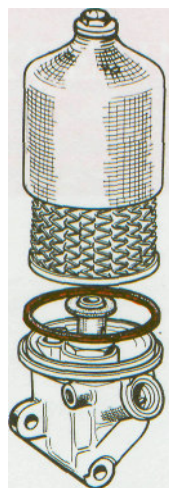
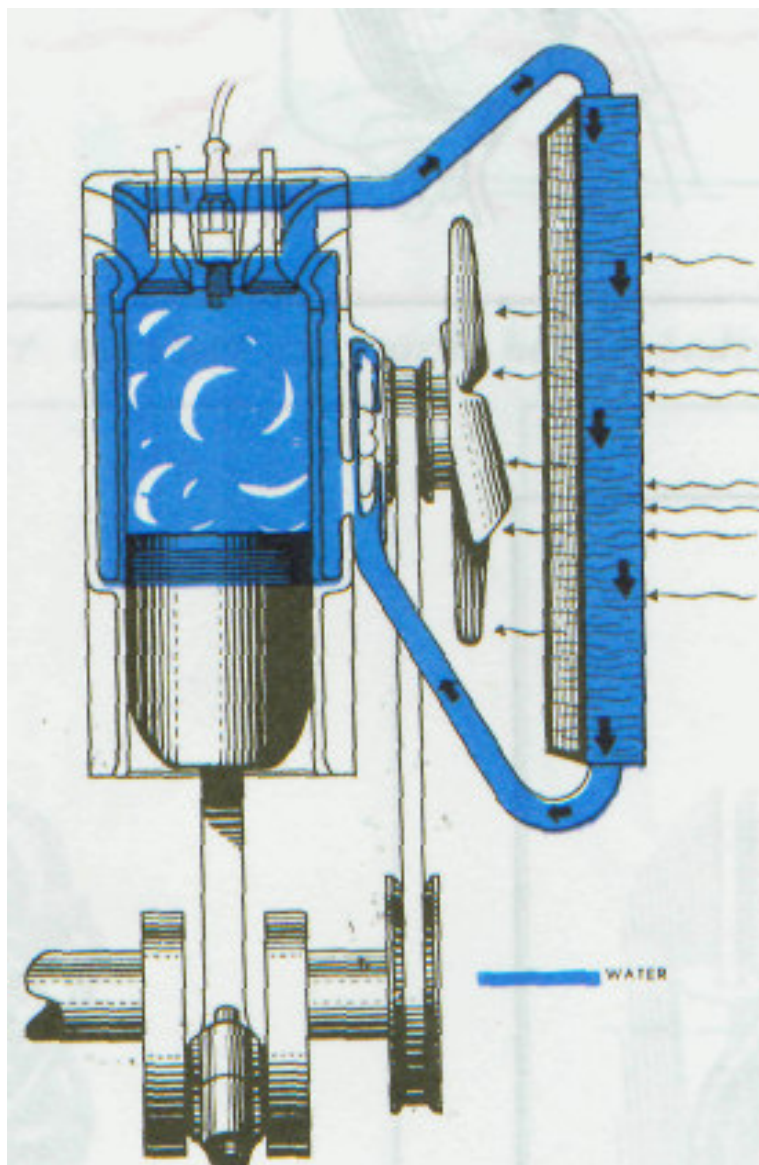


fig.279 De pakkingring voorkomt lekkage.

KOELING



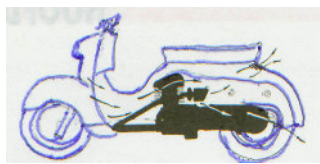
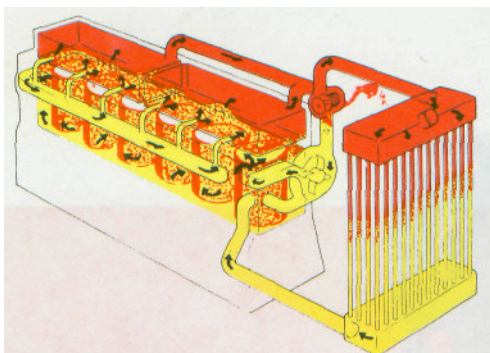


fig. 280 Ltichtkoeiing

fig. 281 Water
koeiing



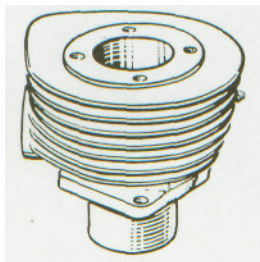
37. NOODZAAK VAN KOELING

Slechts een gering deel van de brandstof (t 25%) wordt bij benzinemotoren in nuttige arbeid omgezet. Bij dieselmotoren ligt dit rendement iets hoger (+ 35%). Dit betekent dat er warmte overblijft die moet worden afgevoerd om te voorkomen dat de motor te heet wordt, de onderdelen te veel uitzetten, en daardoor vastlopen of smelten. Daarom moeten de cilinder en cilinderkop van buiten worden gekoeld.

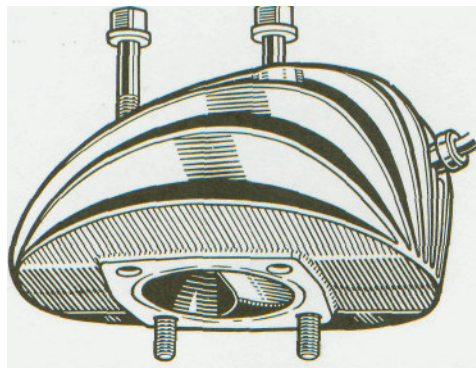
De warmte kan op twee manieren worden afgevoerd. De eenvoudigste manier is een hoeveelheid lucht langs deze delen te voeren (fig. 280). Ook kan deze warmte worden opgenomen door een vloeistof (meestal water). In een radiator wordt dit water weer gekoeld, dat wil zeggen aan de lucht wordt dan weer warmte afgegeven (fig. 281). Het water is hier het vervoermiddel van de warmte.

38. LUCHTKOELING

Om het afkoelend oppervlak te vergroten heeft men aan de cilinder koelribben aangebracht (fig. 282).



fig, 282 Cilinder met koelribben.



fig, 283 Cilinderkop met koelribben.

Omdat zich in de cilinderkop de verbrandingskamer bevindt, moet hier de meeste warmte worden afgevoerd. De koelribben op de cilinderkop zijn dan ook het grootst (fig. 283). Dikwijls worden de cilinderkopribben van een aluminium legering gemaakt, aangezien deze legering een snellere warmte-afvoer bewerkstelligt dan gietijzer.

GEFORCEERDE LUCHTKOELING

Wordt de lucht door een aanjager (of wel een ventilator), langs de koelribben geblazen, dan spreekt men van geforceerde koeling (fig. 284a en fig. 284b). Dit is noodzakelijk bij luchtgekoelde motoren die niet in de rijwind zijn opgesteld of bij motoren, die anders een te hoge bedrijfstemperatuur zouden bereiken.

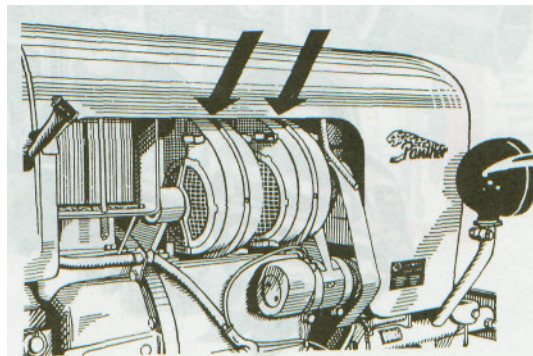


fig.284b Geforceerde luchtkoeling bij trekkermotor.

39. WATERKOELDVG

Zowel in het cilinderblok als in de cilinderkop zijn ruimten aangebracht, waarin zich water bevindt (fig. 285). Dit water neemt de warmte van de cilindervoering en verbrandingskamer op. Tevens

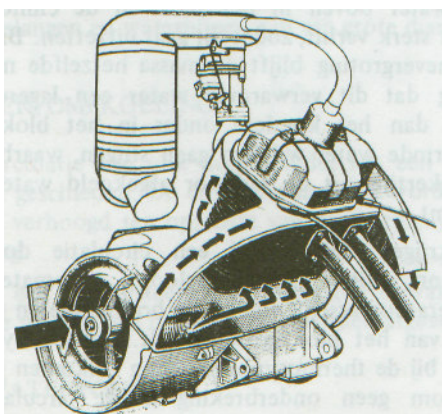


fig.284a Geforceerde luchtkoeling bij automobielmotor.

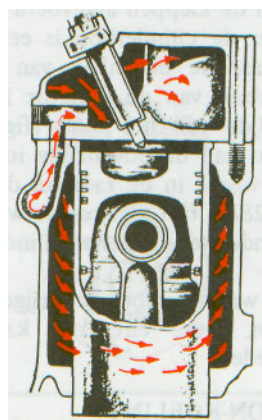


fig. 285 Water om cilinder en ciliitderkop.

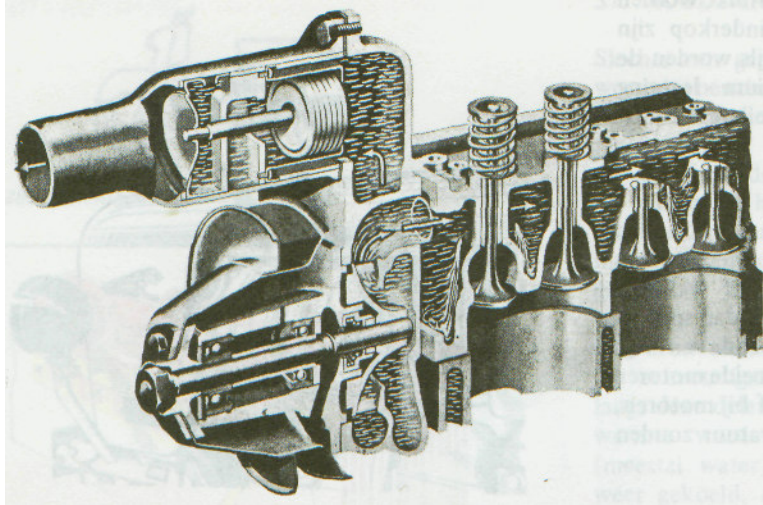


fig. 286 Klefzittingen worden gekoeld.

zal het water de klepzingen omspoelen, zodat ook warmte van de kleppen afgevoerd worden (fig. 286). Boven op de cilinderkop is een slang aangebracht die naar de bovenbak van de radiator leidt. De onderbak van de radiator is verbonden met de onderzijde van het blok (fig. 287). Het warme water dat aan de bovenzijde in de radiator gevoerd wordt, wordt in de radiator door de lucht afgekoeld (fig. 288). Het afgekoelde water stroomt dan door de onderste slang het cilinderblok weer binnen.

Om een goede warmteafvoer te krijgen moet het water circuleren. Deze circulatie kan op twee manieren geschieden.

THERMOSYPHON-KOELING

Bij kleine motoren paste men vroeger en ook nu

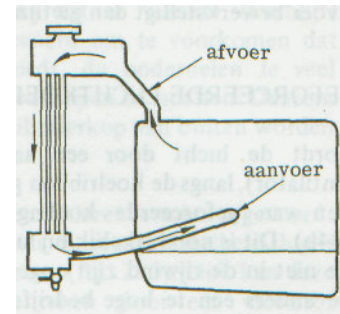


fig. 287 Bovenste- en onderste waterslang.

nog wel de thermosyphonkoeling (fig. 289) toe.

Het water boven in het blok en de cilinderkop wordt sterk verhit, zodat dit gaat uitzetten. Bij deze volumevergroting blijft de massa hetzelfde met als gevolg dat dit verwarmde water een lagere s.m. krijgt dan het koudere onder in het blok. Het verwarmde water wil dan gaan stijgen, waarbij dan tegelijkertijd uit de radiator afgekoeld water toestroomt.

We krijgen dus hierbij een circulatie door de radiator, die sneller verloopt naarmate het temperatuurverschil tussen de bovenzijde en onder

zijde van het Wok groter wordt. Het koelsysteem moet bij de thermosyphonkoeling volkomen gevuld

zijn om geen onderbreking in de circulatie te verkrijgen. Het warme water moet kunnen stijgen, zodat de bovenzijde van de radiator boven de

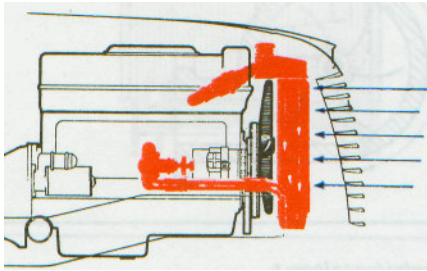
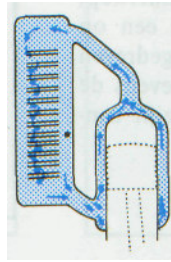
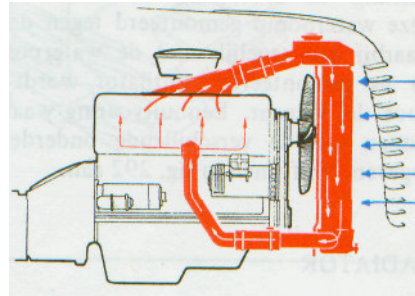


fig.288 De lucht koelt het water af.



Jig.289 Thermosyphonkoeling



cilinderkop moet uitkomen. Om de circulatie niet te veel weerstand te laten ondervinden hebben de waterslangen en waterpijpen een vrij grote diameter.

WATERPOMPKOELING

De circulatie kan ook door middel van een waterpomp geschieden. De circulatie-snelheid wordt hiermede verhoogd ten opzichte van de thermosyphonkoeling.

Door een koelsysteem met eenzelfde omvang kan op die manier veel meer warmte worden afgevoerd.

DE WATERPOMP

De waterpomp wordt aangedreven door een V-snaar

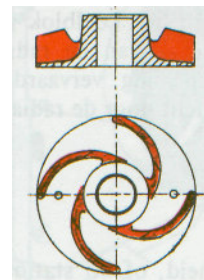


fig.290 Het schoepenwiel van de waterpomp.

vanaf de krukspoelie. De waterpomp is een slakkenhuisvormige centrifugaalpomp waarbij water wordt verplaatst door een schoepenwiel (fig. 291). De aanvoerszijde (a fig. 291) bevindt zich in het midden in de omgeving van de as. De afvoer (b) loopt in de richting van de raaklijn aan een cirkel. Meestal is deze waterpomp gemonteerd tegen de cilinderkop, waarbij dan tegelijk met de waterpompsas een op de as gemonteerde ventilator wordt aangedreven door de V-snaar. Een uitvoering waarin tevens de namen van de verschillende onderdelen zijn aangegeven - treft men in fig. 292 aan.

RADIATOR

In de radiator wordt het warme water door middel van de rijwind - die door de radiator stroomt - afgekoeld. In het koelblok stroomt het water van boven naar beneden door openingen (bijvoorbeeld door pijpjes, fig. 294). Hieraan vastgesoldeerd zit een groot aantal "strippen", die het afkoelend oppervlak vergroten. Langs deze strippen wordt de lucht gevoerd, waarmee dan de warmte wordt afgevoerd. Voor het koelblok wordt een metaal gebruikt dat gemakkelijk de warmte geleidt. In de meeste gevallen is dit koper.

Een andere vorm van het koelblok geeft fig. 295. De boven- en onderbak van de radiator zijn over het algemeen uit messing vervaardigd. Door de rijwind stroomt de lucht door de radiator.

VENTILATOR

Om bij lage rijksnelheid, of bij stationaire motoren toch voldoende lucht aan te voeren wordt er een ventilator (fig. 296) achter de radiator geplaatst die deze lucht door het koelblok aanzuigt.

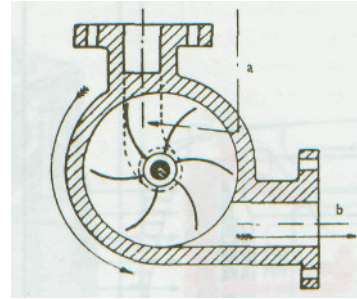
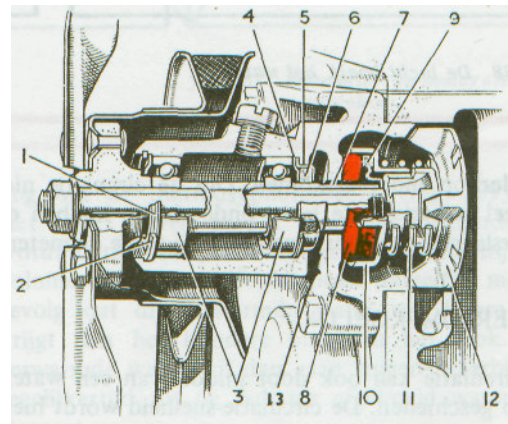


fig. 291 Centrifugaalpomp



- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1 vetkering | 8 koolring |
| 2 borgring | 9 rubberafdichting |
| 3 lagers | 10 veerhouder |
| 4 buitenste vilthouder | 11 waterafdichtingsveer |
| 5 binnenste vilthouder | 12 schoepenwiel |
| 6 vilt | 13 lekwaterafvoer |
| V afstandsbuis | |

fig. 292 Waterpomp in onderdelen.

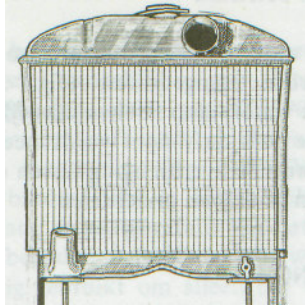


fig. '293 Radiator

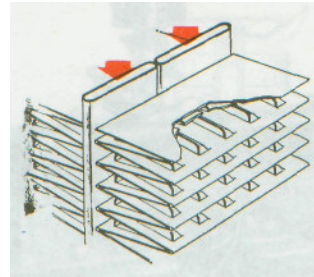


fig. 294 Pijpjesradiator

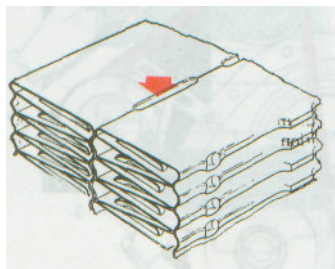


fig. 295 Lam ellenradiator

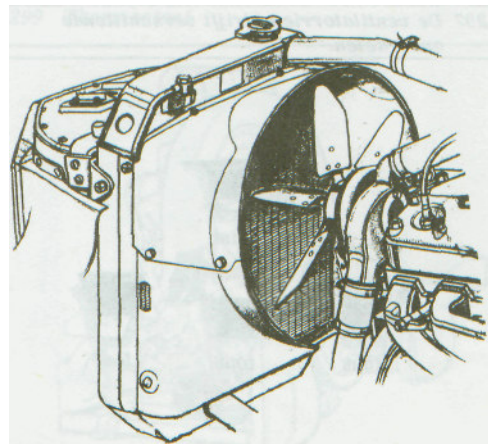


fig. 296 De ventilator voert lucht aan door de radiator.

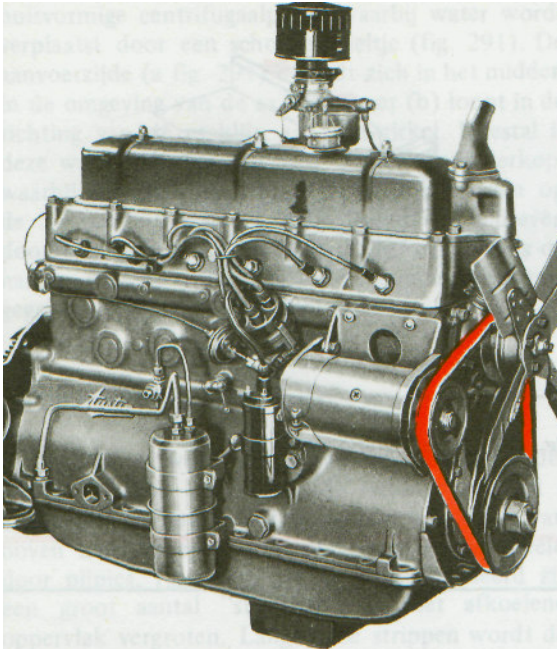
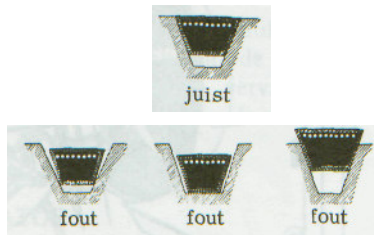


fig. 297 De ventilatorriem drijft verschillende onderdelen.



De riem moet goed in de poelie liggen.

DE VENTILATORRIEM

De ventilator, waterpomp en dynamo worden door de ventilatorriem aangedreven (fig. 297). De ventilatoren de waterpomp hebben dikwijls dezelfde aandrijfrol, die door de V-riem wordt meegenomen. Deze V-riem vormt de overbrenging tussen de krukspoelie en de aan te drijven onderdelen.

RIEMSPANNING

De riemspanning is belangrijk omdat bij een te slap gespannen riem deze de onderdelen niet meer meeneemt en gaat slippen. De koeling kan hierdoor ernstig in gevaar komen, vooral bij de geforceerde luchtkoeling. De wijze van controleren en afstellen van de riemspanning staat afgebeeld in fig. 298. De riemspanning wordt vergroot door de afstand van krukspoelie tot dynamopoelie te vergroten,

De spanning mag niet te groot worden daar dan de dynamolagers te zwaar worden belast en defect raken.

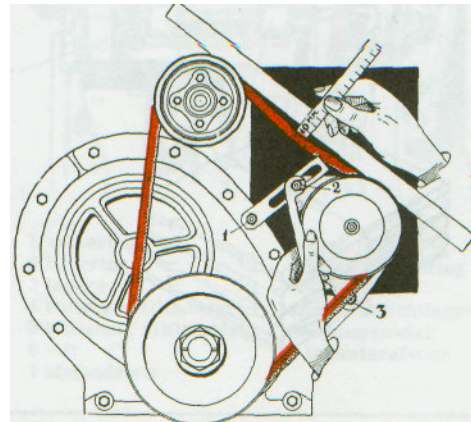


fig. 298 Riemspanning controleren.

DE THERMOSTAAT

Het is van belang de koelwatertemperatuur in de motor zo snel mogelijk na een koude start de goede bedrijfstemperatuur van 80 a 90°C te laten bereiken. Hiertoe heeft men een thermostaat in het koelsysteem aangebracht (fig. 299). Dit is een klep die de verbinding afsluit tussen cilinderkop en radiator zolang de temperatuur van het water in de motor nog beneden + 80°C is. Alle warmte wordt dus voorlopig gebruikt om alleen het water in het cilinderblok en in de cilinderkop op temperatuur te brengen. Is deze temperatuur + 80°C geworden, dan opent de thermostaat de klep waarna er een circulatie in de radiator gaat ontstaan en het water wordt gekoeld (fig. 300).

De plaatsing; van de thermostaat bij luchtkoeling is te zien in fig. 301. Hier bedient de thermostaat een ring, die de luchttoelaat meer of minder afsluit.

Is de thermostaat gesloten, dan circuleert het water in de motor dus niet. Omdat het water boven in de

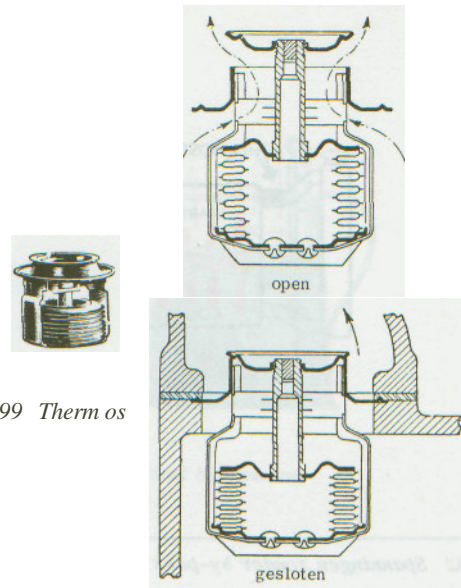


fig. 299 Thermostaat

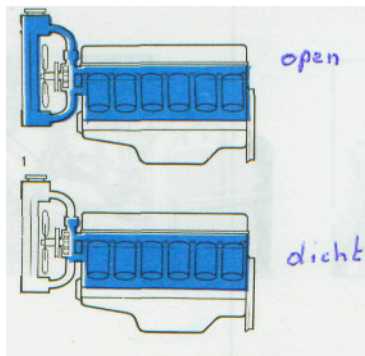


fig. 300 Thermostaat open en gesloten.

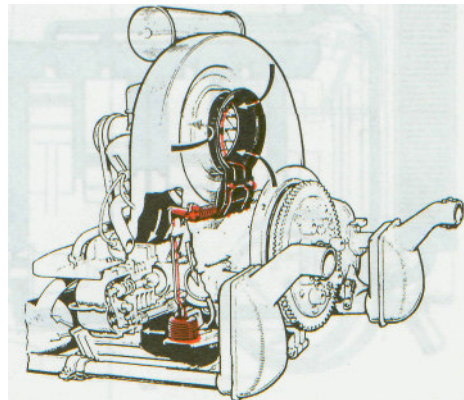


fig. 301 Thermostaat bij luchtkoeling.

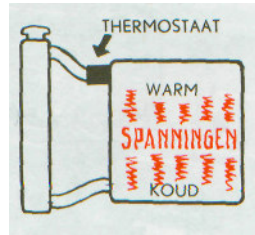


fig. 302 Spanningen zonder by-pass leiding.

cilinderkop veel sneller warm wordt dan onderin het blok, zullen er spanningen gaan heersen in het materiaal van het motorblok (fig. 302).

Om dit te voorkomen heeft men een leiding aangebracht tussen de thermostaat en de onderzijde van het motorblok (fig. 303). Nu kan er - ook al is nu de thermostaat gesloten - een circulatie door het blok plaatsvinden, waardoor het water hierin gelijkmatig op temperatuur komt.

Is de thermostaat geopend en wordt het water te sterk gekoeld in de radiator, dan komt er toch nog een koude stroom water onder in het blok. Hier kan een rolhoes (fig. 304) zijn dienst bewijzen, want nu kan men het koelend oppervlak van de radiator verminderen.

De werking van de thermostaat kan men controleren door deze in water te hangen, dat wordt verwarmd. Met een thermometer kan men aflezen bij hoeveel graden de klep van de thermostaat open gaat (fig. 305).

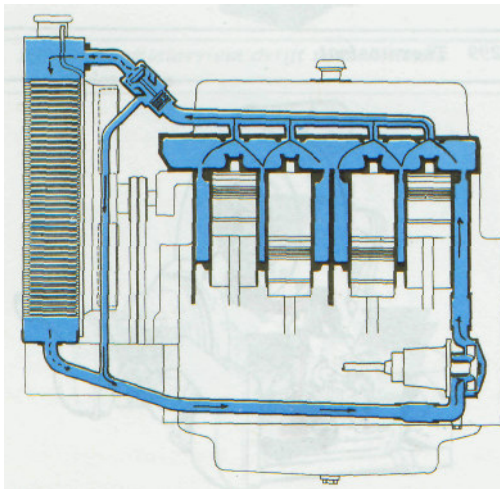


fig. 303 Geen spanningen met by-pass leiding.

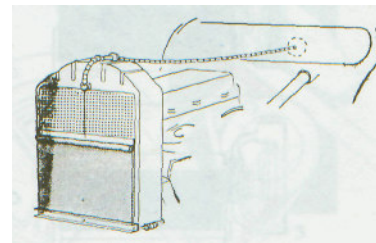


fig. 304
Rolhoes

AFTAPKRANEN

Het water in het koelsysteem kan worden afgetapt door middel van kranen. Deze kranen bevinden zich aan de radiator of de onmiddellijke omgeving hiervan (fig. 306), en aan het motorblok (fig. 307). Eventueel verstopte kranen kan men open maken door deze met een stuk ijzerdraad door te prikken.

TEMPERATUURMETER

De temperatuur van het koelwater kan men aflezen op een temperatuurmeter (fig. 308). Ook kent men de constructie met een verklikkerlampje dat gaat branden, wanneer de temperatuur boven een bepaald maximum is gekomen. Ook brandt er soms een lampje wanneer het koelwater nog te koud is.

fig. 305 Thermostaat beproeven.

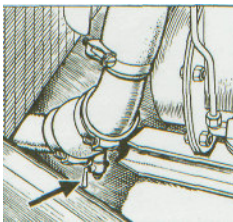
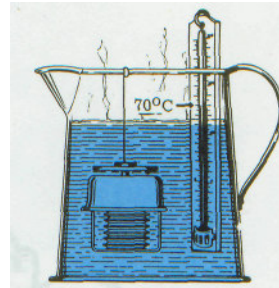


fig. 306 Aftapkraan bij radiator.

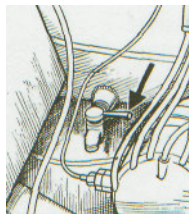


fig. 307 Aftapkraan in het blok.

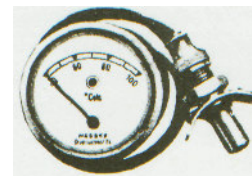
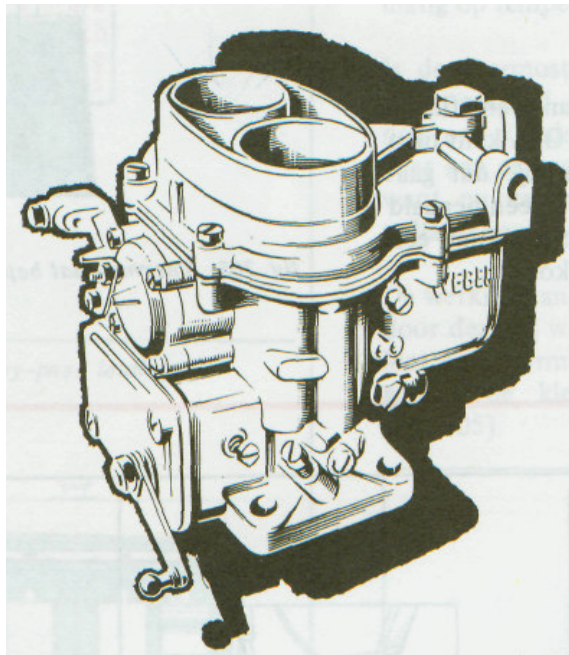


fig. 308 Temperatuurmeter

CARBURATIE



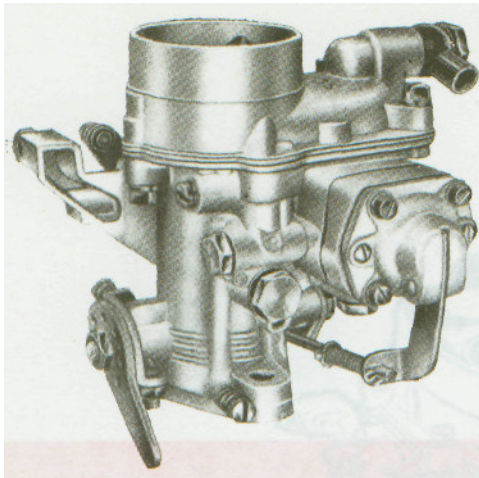


fig. 309 Carburator.

40. HET DOEL VAN DE CARBURATOR

De carburator heeft de opgave om aan de door de motor aangezogen lucht zoveel brandstof toe te voegen dat onder alle bedrijfsomstandigheden een goed brandbaar brandstof-luchtmengsel ontstaat.

Iedere brandstof die verbrandt, heeft zuurstof nodig. Om 1 kg benzine te verbranden is 3,4 kg zuurstof nodig.

De voor de verbrandingsmotor noodzakelijke luchtmengsel in de carburator gevormd (fig. 309). Zuurstof bevindt zich in de buitenlucht. Het zuurstofgehalte van de lucht is ongeveer 23%. $3,4 \text{ kg} = 23\%$ van de voor het verbranden van 1 kg benzine noodzakelijke lucht.

dit is dus $3,4 \times 140 = 14,8 \text{ kg}$ lucht.

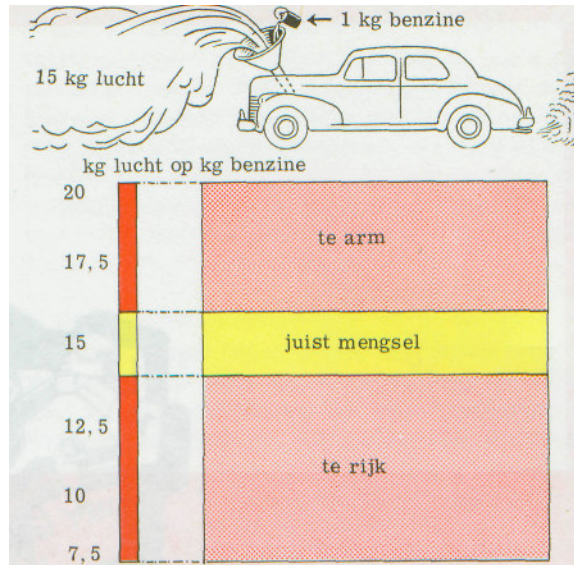


fig.309a Benzine-lucht mengsel,

MENGVERHOUDING

Om 1 kg benzine te verbranden is + 15 kg lucht nodig.

In deze verhouding moeten brandstof en lucht met elkaar worden vermengd om een gunstige verbranding in de cilinder te krijgen. Is er in het brandstof-luchtmengsel een brandstofoverschot dan is het mengsel te rijk, bevat het te weinig brandstof, dan is het mengsel te arm.

Bij benzinemotoren wordt het brandstof- $\frac{1}{15}$ kg lucht komt overeen met $\pm 13 \text{ m}^3$ lucht of 13.000 liter lucht. In fig. 309a is de brandstofluchtverhouding nog eens aangegeven. Het blijkt dat het juiste mengsel ligt tussen de verhouding 1 : 16 en 1 : 13. Komt men hierboven, dan wordt het mengsel te arm, terwijl als men onder 1 : 13 komt, het mengsel te rijk is.

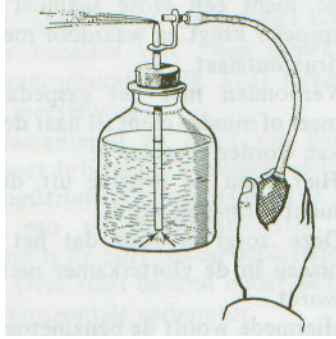
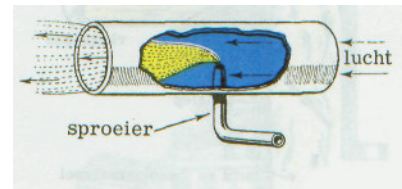


fig. 310 Principe van een carburator.



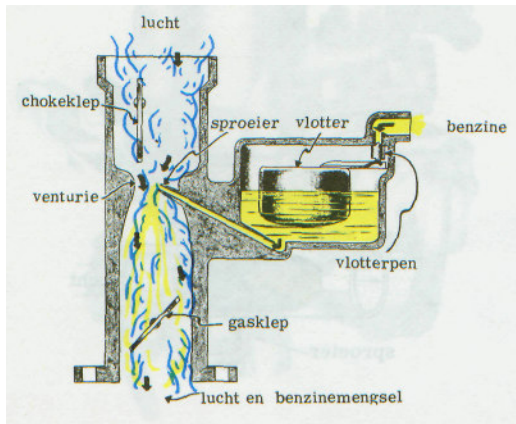
Jig.311 Benzine komt uit de sproeier,

41. PRINCIPE VAN DE CARBURATOR

Het principe van de carburator komt overeen met dat van een bloemenspuit (fig. 310). Er wordt lucht geblazen langs de opening van een pijp, die door de kurk van de fles in de vloeistof steekt. Door de luchtstroom ontstaat er een onderdruk bij de monding van deze pijp. Boven op de vloeistof in de fles staat de buitenluchtdruk van 1 bar. Door het drukverschil zal er nu vloeistof door de pijp naar boven worden gedrukt die op het moment dat deze boven de pijp uitkomt wordt meegenomen door de langsstromende lucht.

Iets meer op een carburator lijkt fig. 311. De langsstromende lucht neemt nu benzine uit een sproeier mee. Hoe groter de snelheid van de lucht, hoe meer onderdruk er op de sproeiermond werkt, Daarom komt er dan ook meer benzine uit deze sproeier. De lucht stroomt door de buis omdat tijdens de inlaatslag in de cilinder een onderdruk heerst. De cilinder vult zich met een mengsel van lucht en benzine,

Door een gasklep of smoorklep meer of minder te openen regelt men de hoeveelheid van het lucht-benzinemengsel, dat in de cilinder stroomt en daardoor het ontwikkelde vermogen.



In fig. 312 is een carburator in eenvoudige vorm afgebeeld met de bijbehorende benamingen.

Lucht: Wordt aangevoerd via het luchtfilter.

Chokeklep: Wordt gesloten bij een koude start om het mengsel tijdelijk te verrijken.

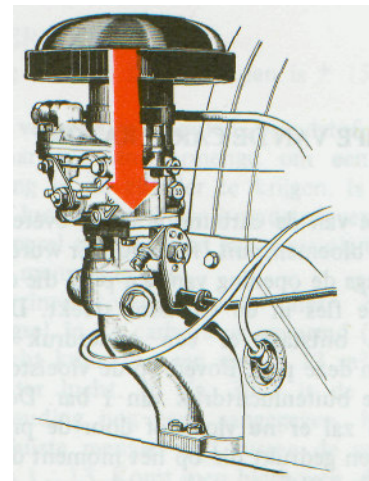
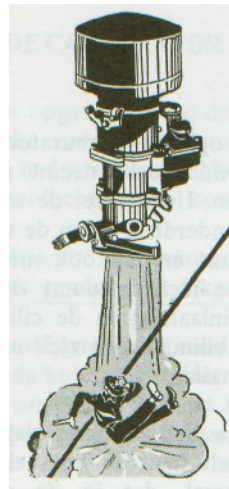
Venturie: Een vernauwing in de zuigbuis waardoor de lucht een grote snelheid langs de sproeier krijgt en waardoor meer onderdruk ontstaat.

Gasklep: Verbonden met het gaspedaal, zodat meer of minder mengsel naar de cilinders kan worden toegelaten.

Sproeier: Hier komt de benzine uit, die g+ajt de lucht vermengd wordt.

Vlotter: Deze zorgt er voor dat het benzine-niveau in de vlotterkamer niet te hoog wordt.

Vlotterpen: Hiermede wordt de benzinetoevoer naar de vlotterkamer afgesloten, wanneer het niveau de maximum hoogte heeft bereikt.



42. VALSTROOM,STIJGSTROOM, DWARSSTROOM

De carburators kan men onderverdelen in soorten, naar gelang de wijze, waarop de lucht door de carburator stroomt.

Stroomt de lucht van boven naar beneden waarbij de benzine, zodra zij uit de sproeier komt, als het ware "naar beneden valt", dan spreekt men van een valstroomcarburator (fig. 313). Deze carburators komen het meeste voor.

Stroomt daarentegen de lucht van beneden naar boven en moet de benzine "omhooggesleurd" worden door de langsstromende lucht (fig. 314), dan spreekt men van een stijgstroomcarburator. De derde mogelijkheid is de horizontaal geplaatste carburator (fig. 315). Deze staat bekend onder de naam dwarsstroom of horizontale carburator.

Op één motor kunnen meer carburators zijn gemonteerd. Bij sportwagen- en racemotoren is dit gebruikelijk. Alle carburators zijn dan met een stangenstelsel met elkaar verbonden (fig. 316). Bij het intrappen van het gaspedaal worden in dit geval drie carburators tegelijk bediend.

Voordat de lucht in de carburator komt, moet deze eerst worden gezuiverd, zodat geen zand en stof in de motor terecht komt. Dit zou aanleiding geven tot grote cilinderslijtage. Daarom is er een luchtfilter op de carburator geplaatst (fig. 317). Het luchtfilter moet regelmatig worden gereinigd. Het luchtfilter werkt ook als geluiddemper en brandbeveiliging.

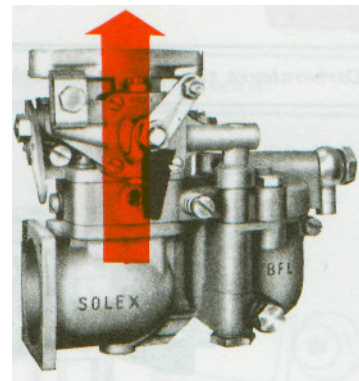
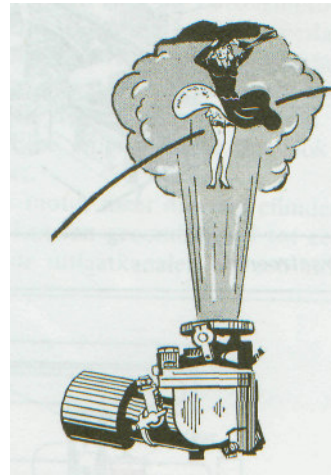
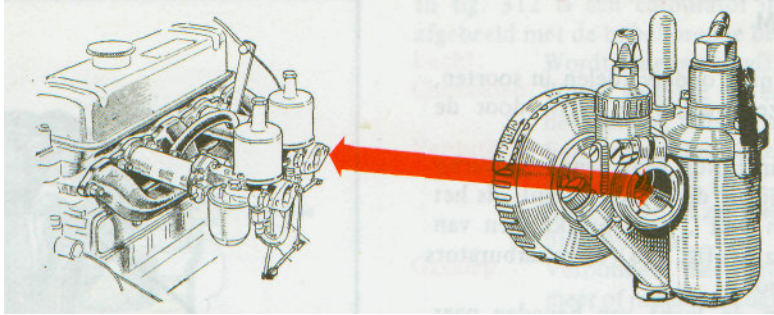
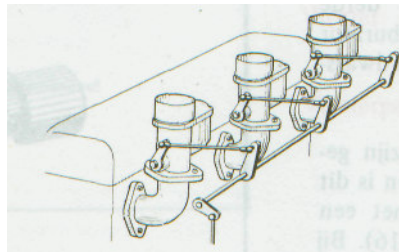


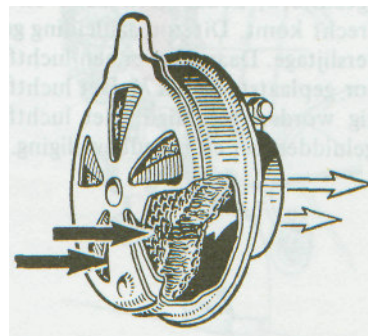
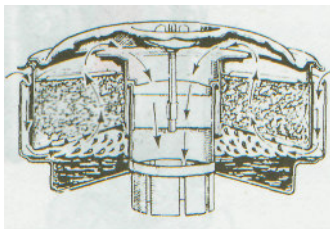
fig. 314 Stijgstroom



Jig.315 Dwarsstroom



Jig.316 Carburateurs zijn met elkaar verbonden.



jig.317 Oüebad en droog luchtjilter.

Benzine-aanvoer naar de carburator

De aanvoer van benzine uit de tank naar de carburator kan op twee manieren geschieden. Is de tank boven de carburator geplaatst, dan stroomt de benzine door het niveauverschil uit de tank in de vlotterkamer (fig. 318). Is de tank lager geplaatst dan de carburator, dan is een opvoerpomp (benzinepomp) nodig om de benzine uit de tank naar de vlotterkamer te brengen (fig. 319). Een benzinepomp bezit een bewegend membraan en een in- en uitlaatklep, zie fig. 320.

43. INLAATSPRUITSTUK EN UITLAATSPRUITSTUK

Zoals wij weten is er bij vierslagmotoren sprake van in- en uitlaatkleppen en bij tweeslagmotoren van in- en uitlaatpoorten. Aan de inlaatzijde moet een brandbaar mengsel naar de motor worden gevoerd, terwijl aan de uitlaatzijde verbrand gas de motor verlaat. Elke cilinder heeft dan ook een inlaat en een uitlaat. Heeft de motor meer dan één cilinder, dan worden de inlaatkanalen gecombineerd tot een inlaatspruitstuk en de uitlaatkanalen tot een uitlaatspruitstuk.

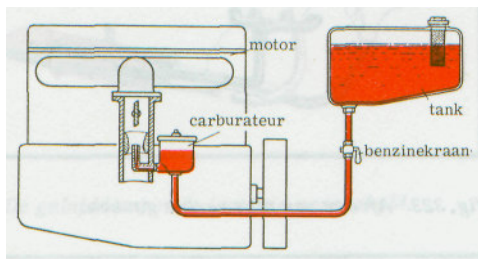


fig. 318 Geen benzinepomp nodig.

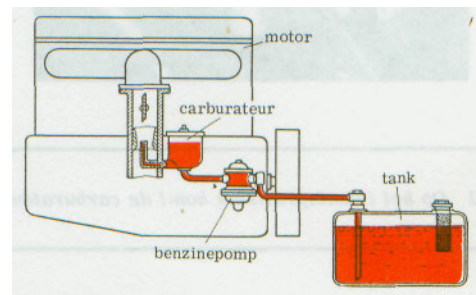


fig. 319 Benzinepomp noodzakelijk.

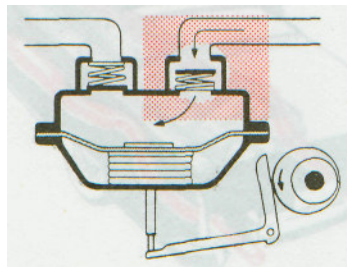
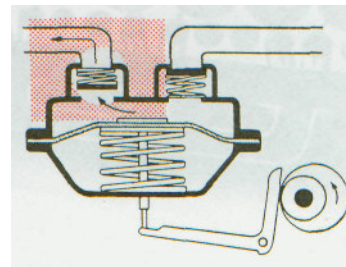


fig. 320 Zuig- en fersklep.



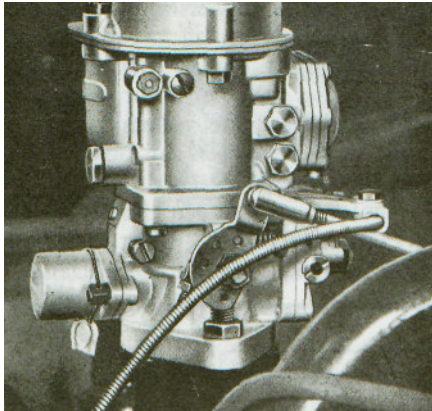


fig. 321 Op het inlaatspruitstuk komt de carburateur.

Het inlaatspruitstuk kan men herkennen omdat hierop de carburator is gemonteerd (fig. 321). Door het spruitstuk gaat het mengsel naar de afzonderlijke cilinders (fig. 322).

Door het uitlaatspruitstuk verdwijnen de afgewerkte gassen uit de cilinder (fig. 323). Aan het uitlaatspruitstuk is een afvoerpijp verbonden. De uitlaatgassen worden hierdoor in de buitenlucht achter de wagen afgevoerd (fig. 324).

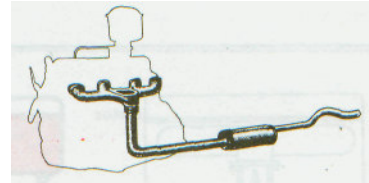


fig. 323 Afvoer van afgewerkte gassen.

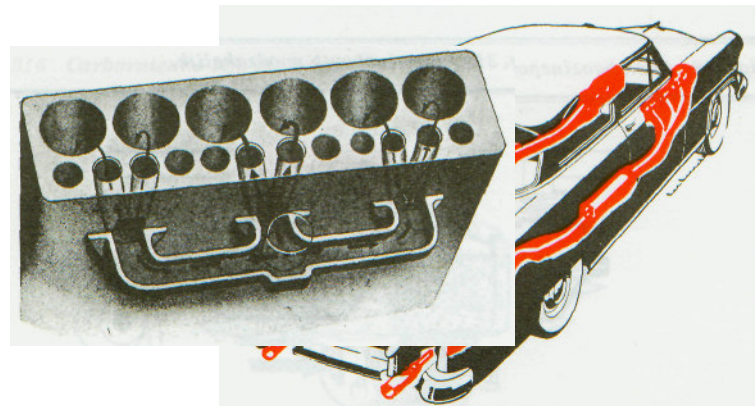


fig. 322 Door het inlaatspruitstuk gaat het verse mengsel naar de cilinders.

fig. 324 Achter de wagen kennen de uitlaatgassen in de buitenlucht.

De geluiddemper

In het uitlaatsysteem is ook een geluiddemper opgenomen (fig. 325), die wettelijk verplicht is. De gassen ondervinden een weerstand in de demper, waardoor de uitstroomsnelheid vermindert. Tevens zal de druk van de uitlaatgassen verminderen met als gevolg een sterke vermindering van het geluid. Een afbeelding van het inwendige van een geluiddemper geeft fig. 326.

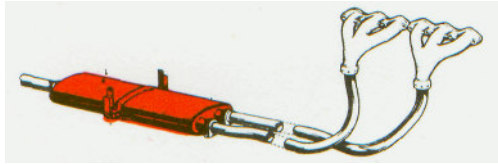


fig. 325 De geluiddemper is in serie geschakeld.

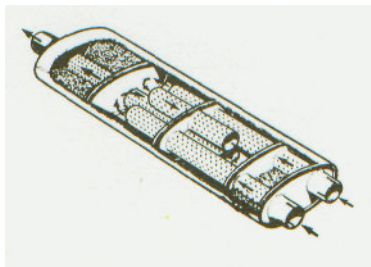


fig. 326 Geluiddemper in doorsnede.