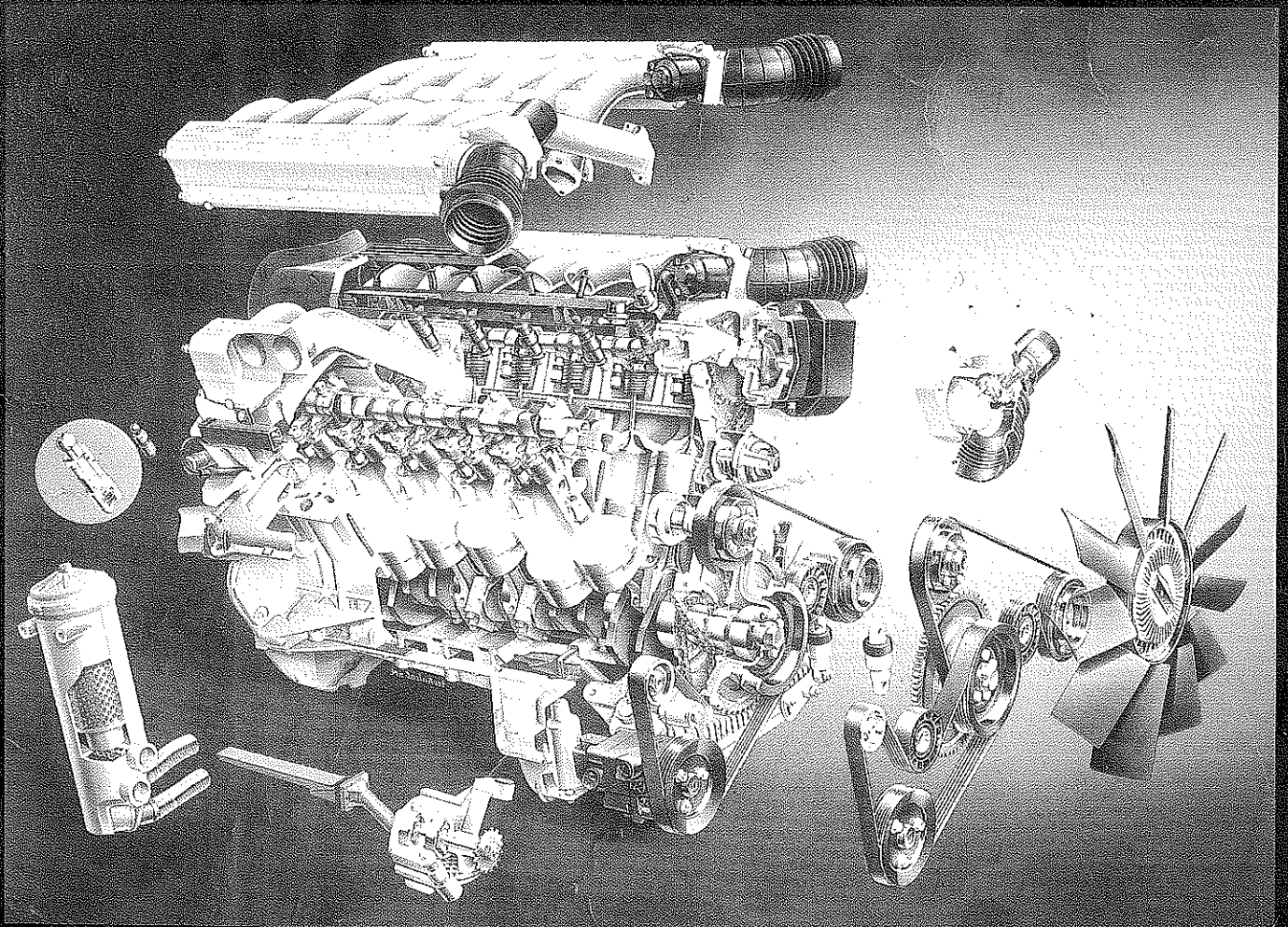


Technische leergang



Olie & Motoren

Castrol

Castrol Nederland B.V.,
Oosteinde 137,
2271 EE Voorburg
Postbus 930
2270 AX Voorburg

13070 - 357 5500

06 - 022 1137

- Delta puer 03431 - 1691

lindse weg 3

3959 a.v. Overberg.



© 1989 DELTA PRESS BV, Amerongen
The Netherlands
ISBN 90 6674 902 4

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige ander manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

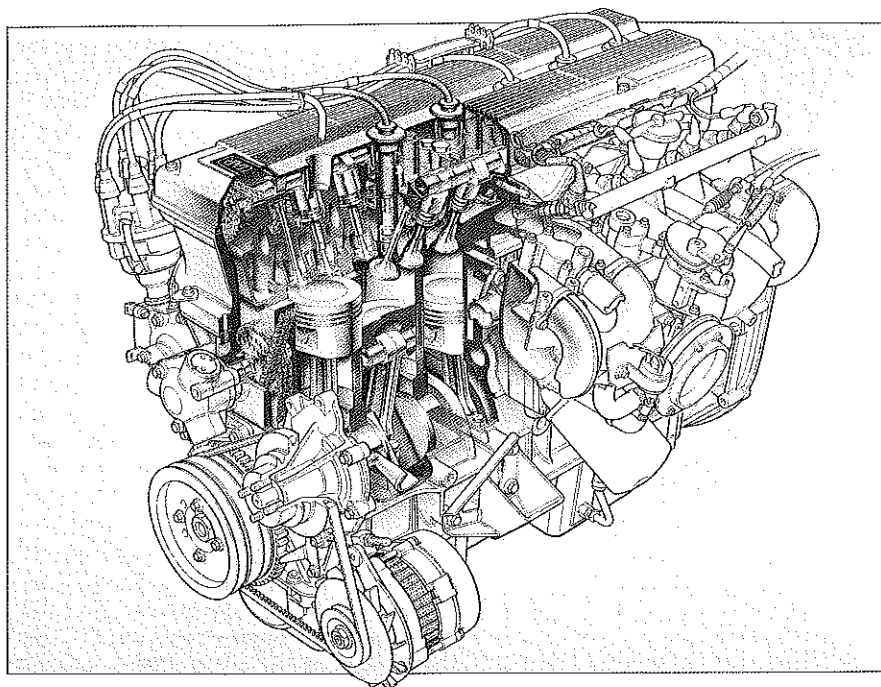
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission from the publisher.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912^o het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Samengesteld door P. Klaver.

Drukkerij Van Griensven, Eindhoven.

Olie & Motoren



"Olie is olie" was een veel gehoorde uitdrukking. De kwaliteit van de olie deed er niet veel toe. De laatste jaren is dat snel anders geworden. Door de technische ontwikkelingen in motorenbouw en veranderingen in het autogebruik is er een flinke groei in de belangstelling voor smeeroïlen ontstaan. Er gebeurt dan ook het een en ander. Specificaties blijken van de ene op de andere dag te moeten worden veranderd. Wat vandaag nog is goedgekeurd blijkt in korte tijd niet meer te voldoen. De kwaliteit van smeermiddelen is in relatief korte tijd zeer belangrijk geworden.

Castrol heeft altijd geijverd voor meer kennis over oliën bij gebruiker en verwerker. Begrip over smering kweekt immers meer gevoel voor kwaliteitsverschillen en maakt een juiste productkeuze mogelijk. Slechts door een juiste keuze kunnen meer dan ooit problemen worden voorkomen. Deze uitgave moet worden gezien als een bijdrage aan vergroting van kennis over motortechniek en smering. Niet voor niets worden er door Castrol vele lezingen georganiseerd. Dat de combinatie van de ontwikkelingen op motor- en oliegebied tijdens die voordrachten een succesvolle is blijkt wel uit de reacties. De opmerkingen en vooral ook het informatiemateriaal van automobiefabrikanten, impor-

teurs en de vele waardevolle beschrijvingen van praktijksituaties door dealerbedrijven hebben uiteindelijk tot de opzet van deze uitgave geleid. Een woord van dank aan allen die hieraan een bijdrage hebben geleverd is hier op zijn plaats, maar in het bijzonder de heer P.N. Klaver, zonder wie deze uitgave nooit het daglicht zou hebben gezien.

Castrol verwacht, dat er met deze uitgave een nieuwe stap is gezet op de weg naar een beter inzicht in de smeringsproblematiek. Indachtig de Castrol slogan "Niks olie is olie".

Castrol

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Moderne motorconstructies	4
2.1	Meerkleppentechniek	4
2.2	Meercilindermotoren	6
2.3	Drukvlulling	8
2.4	Constructiedetails	12
2.5	Dieselmotoren	16
3	De smering	19
3.1	Lager verbruik, hoger vermogen	19
3.2	Steeds gecompliceerder	19
3.3	Olie als constructie-onderdeel	19
3.4	Het oliecircuut	20
4	Het olieschoolrapport	23
4.1	Oliespecificaties	24
4.2	Oliespecialisten	24
4.3	Smeren	24
4.4	Koelen	28
4.5	Andere taken van de smeeroïle	28
4.6	Kwaliteitseisen	30
4.7	Achteraf handelen of vooruitdenken	32
4.8	De automobiefabrikant	32
5	Ontwikkelen van een nieuwe olietechnologie	33
5.1	De redenen	33
5.2	Samenwerkingsverbanden	33
5.3	Katalysatorvriendelijke olie	34
6	Praktijkproblemen	38
6.1	Invloeden van buitenaf	38
6.2	Technische redenen waarom een topkwaliteit olie problemen voorkomt	38
6.3	Oorzaken van klachten	39
6.4	Slijtage-oorzaken van de kleppentrein	41
6.5	Olieverbruik	43
6.6	Black-Sludge	44
6.7	Olieverversen	44
6.8	Olietoevoegingen	45
7	Adviezen	46
7.1	Algemene adviezen	46
7.2	Argumenten om af te wijken van het instructieboekje	46
7.3	Gebruik een topkwaliteit motorolie	46
8	Begrippenlijst	48
	Nawoord	48

Het omslag toont de nieuwe V-12 motor van BMW

1 Inleiding

Het doel van dit boekje is aan te tonen dat een topkwaliteit olie nodig is om smeertechnische problemen te voorkomen en motorvervuiling te verhinderen. Problemen zullen worden besproken en adviezen worden gegeven om het geheel vooral praktisch te houden.

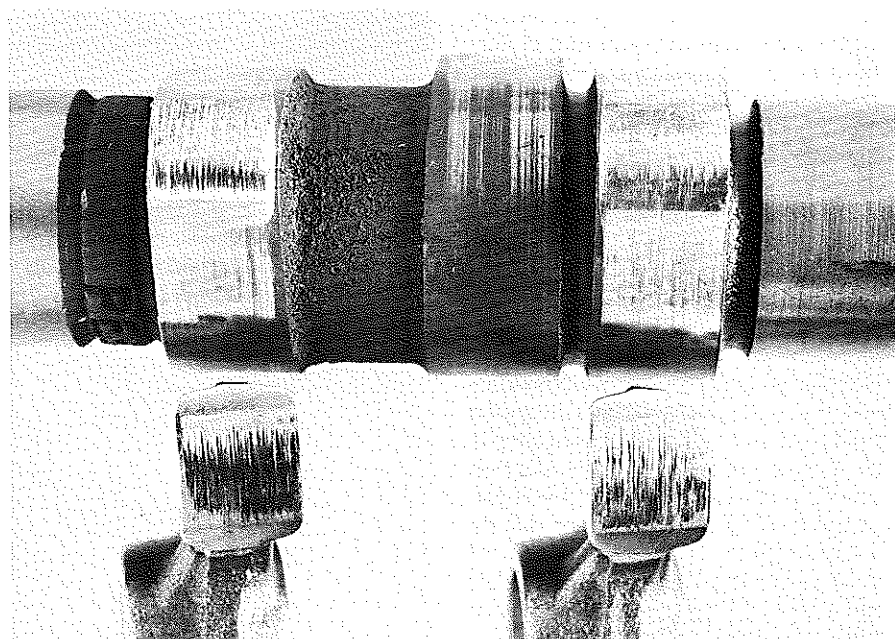
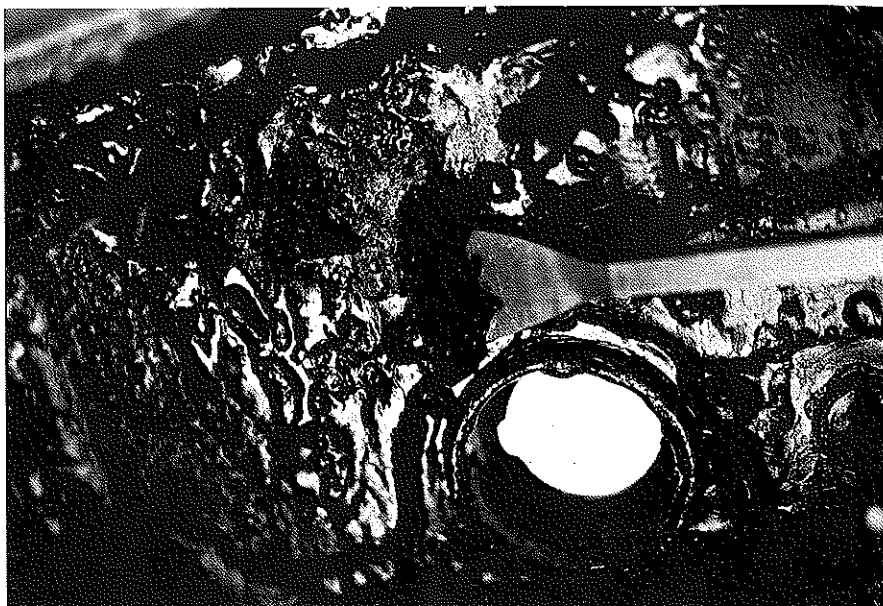
Er zijn vele redenen aan te geven waarom de technische ontwikkelingen van motoren en aandrijfsystemen olie-specialisatie noodzakelijk maken. Deze redenen worden in de tekst uitvoerig behandeld.

Voor hen die weinig van olie afweten, zal de stof toch niet te moeilijk zijn omdat er bij het begin wordt begonnen. Bovendien wordt er niet te diep op de stof ingegaan, want er zijn genoeg artikelen gepubliceerd om hen die meer willen weten wegwijs te maken.

Een lijst begrippen moet ervoor zorgen dat u niet bij de eerste de beste vreemde term het verhaal niet meer kunt volgen, bovendien maakt zo'n lijst het mogelijk het geheugen even op te frissen.

Er worden niet alleen problemen voorkomen door het gebruik van een topkwaliteit olie, er komen andere voordelen bij: een lange levensduur, een lange verversingstermijn, een laag olieverbruik en een laag brandstofverbruik. Om de noodzaak van nieuwe olietechnologieën aan te tonen, worden eerst de technische ontwikkelingen besproken. Oliën moeten immers hun taak verrichten in motoren en versnellingsbakken die niet alleen steeds ingewikkelder worden, maar ook nog onder veranderende gebruiksomstandigheden dienst moeten doen.

Houdt u er rekening mee dat het gaat over personenautomotoren, niet over die van bedrijfswagens, al geldt daarvoor een soortgelijk verhaal. Een enkele keer wordt iets gezegd over motorfietsen omdat deze nog steeds sterk bepalend zijn voor technische ontwikkelingen.



2 Moderne motorconstructies

2.1 Meerkleppentechniek

Per Gillbrand, hoofd van de motorenontwikkeling van Saab, heeft eens gezegd: "De stap van een tweekleppenkop naar een vierkleppenkop is te vergelijken met de stap van een motor met zijkleppen naar één met kopkleppen". Vrijwel alle fabrikanten hebben een motor met vier kleppen per cilinder in productie, bij sommige worden er zelfs geen andere motortypen meer gemaakt. De redenen voor deze snelle ontwikkeling zijn dat de vierkleppenmotor een hoger vermogen en koppel kan ontwikkelen dan een tweekleppenmotor en een gunstiger verbrandingskamer vorm heeft.

Door de centrale plaats van de bougie verloopt de verbranding beter, waardoor de compressieverhouding kan worden verhoogd zodat het brandstofverbruik lager wordt.

Smeertechisch gezien stellen motoren met bovenliggende nokkenas(sen) hogere eisen dan motoren met stoterstangen en tuimelaars. Het duurt immers langer voordat de olie alle te smeren onderdelen heeft bereikt. Een nokkenas die in het carter ligt, wordt vrijwel direct gesmeerd door de olie omdat de oliekanalen veel korter zijn.

2.1.1 Snel openen en sluiten

In verband met de uitworp van schadelijke gassen zorgen de motorconstructeurs ervoor dat de in- en uitlaatkleppen snel openen en sluiten, de klepoverlap is dan gering. Dank zij de lichte kleppen van een vierkleppenmotor kunnen deze gemakkelijker worden bewogen dan de zware kleppen van een twee- of driekleppenmotor. Het voordeel van het lagere gewicht van de kleppen wordt echter niet gebruikt om een hoger toerental te draaien, maar om de kleppen sneller te openen en te sluiten. De mechanische belasting van de kleppen-trein blijft daarom even hoog. Bij een hoger motortoerental kan zelfs een grotere vlaktedruk op de nokken ontstaan omdat de belasting toeneemt met het kwadraat van het toerental.

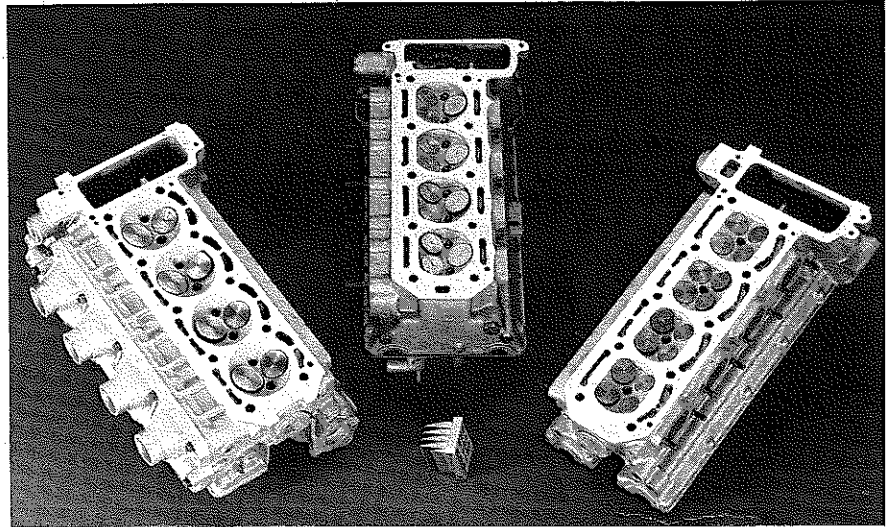
2.1.2 Klepgeleiderafdichting

Een ander smeertechisch punt vormen de klepgeleiderafdichtingen. Als deze door de inwerking van bepaalde toevoegingen in de smeerolie gaan verharderen, zal er bij gas loslaten olie in de cilinder

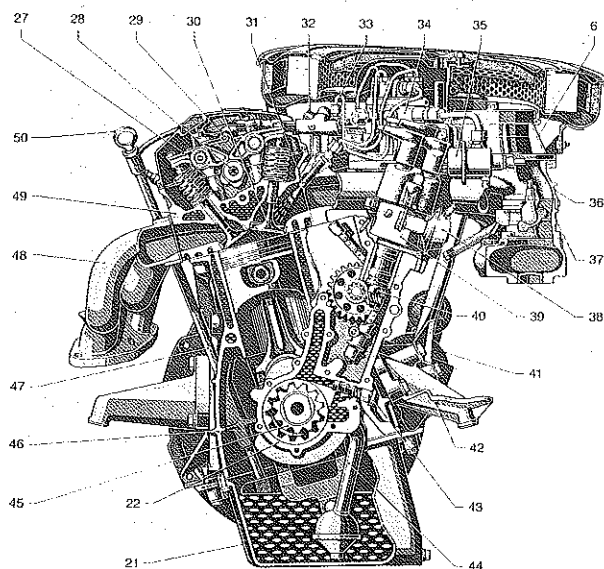
worden gezogen. Dat verhoogt niet alleen het olieconsumptie, het is schadelijk voor het milieu en kan voor zulke oliekorsten zorgen dat de kleppen niet goed meer bewegen in hun geleiders. Verbrande of gebroken kleppen kunnen het gevolg zijn.

2.1.3 Vermogensrace

Een ander effect, dat gepaard gaat met de ontwikkeling van de cilinderkop met meer kleppen, is dat er een vermogensrace is ontstaan. Uit een 2 liter motor met vier kleppen per cilinder wordt momenteel 110 kW "gehaald", met een "turbo" zelfs 150 kW. Als dit vermogen echt wordt gebruikt, dus tijdens snel rijden of in de bergen, dan zal de olietem-



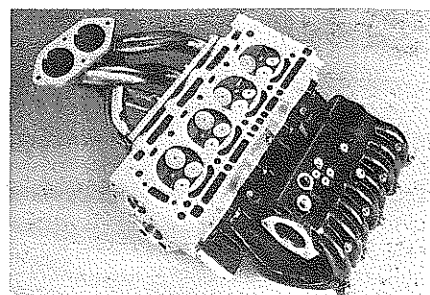
Bij Alfa Romeo stapt men niet zomaar over op de vierkleppenkop. De tweekleppen motor met dubbele bougies kan dankzij membranen in de inlaat een zeer hoog koppel leveren bij lage toerentallen. Een driekleppen cilinderkop heeft een groter inlaatkleppervlak dan de tweekleppenkop, maar voor een goede verbranding zijn er wel twee bougies nodig. Pionier op het gebied van dit type kop is Honda die het bij enkele motorfietsmotoren nog in productie heeft. De vierkleppenkop van Alfa is conventioneel opgebouwd met één bougie in het midden.



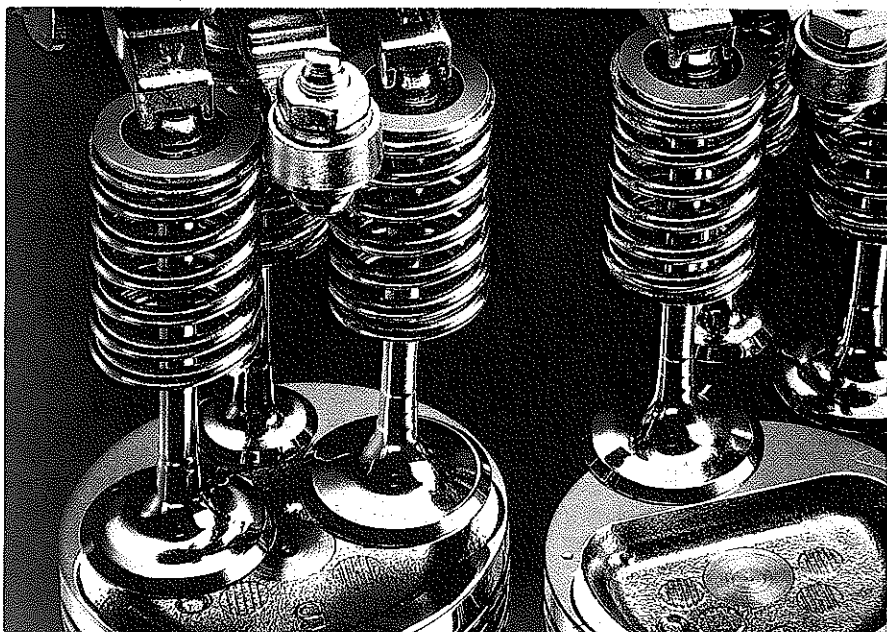
Motoren met twee kleppen per cilinder worden door veel merken gebouwd, hier de Mercedes-190 E-motor. Hoewel de klepopstelling in V-vorm een gunstig kleppervlak en een goede bougieplaatsing mogelijk maakt, zijn de vierkleppenmotoren in dat opzicht nog gunstiger, vandaar de 2.4 l 16 klepper. De verwijzingsnummers doen in dit verband niet ter zake.

peratuur hoog oplopen. Olie wordt immers niet alleen gebruikt om te smeren maar ook om te koelen. Als u bedenkt, dat de carterinhoud de laatste jaren vrijwel gelijk is gebleven en het vermogen met minstens 40% is toegenomen, dan zijn de zeer hoge olietemperaturen te verklaren. Veel fabrikanten gaan er kennelijk vanuit dat het maximum vermogen slechts korte tijd wordt gebruikt en bouwen daarom geen dure oliekoeler in.

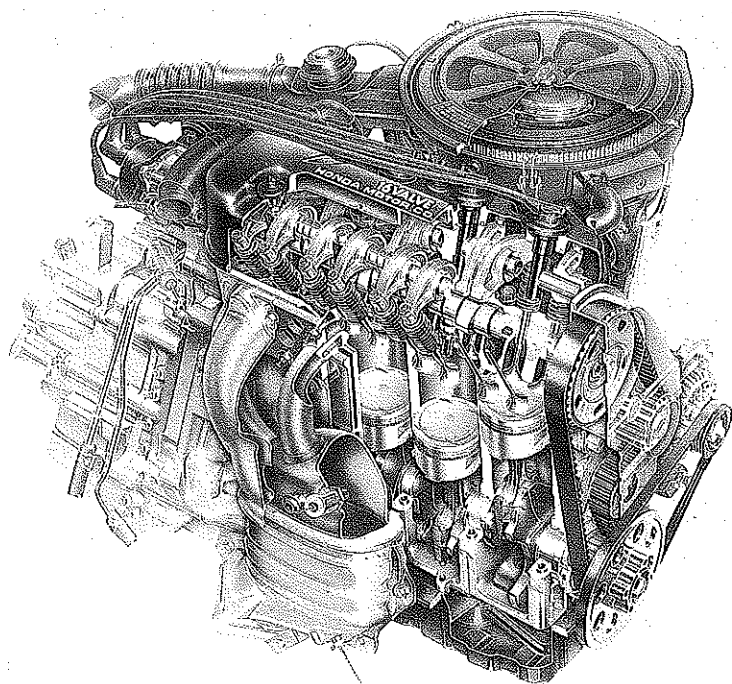
men, dan zijn de zeer hoge olietemperaturen te verklaren. Veel fabrikanten gaan er kennelijk vanuit dat het maximum vermogen slechts korte tijd wordt gebruikt en bouwen daarom geen dure oliekoeler in.



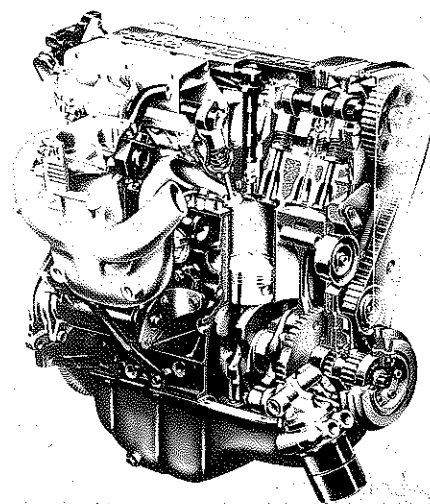
Renault volgt met deze experimentele driekleppenkop de door Honda inmiddels verlaten weg. De beide inlaatkleppen zorgen ervoor dat er net zoveel mengsel kan binnenstromen als bij een vierkleppenkop. De ene grote uitlaatklep kan het uitlaatgas van een standaardmotor best verwerken, terwijl er daarnaast ruimte overblijft voor de bougie.



De driekleppenkop van Toyota heeft als doel het mengsel in een sterke werveling te krijgen. Het kleine inlaatklepje opent later en sluit eerder dan de grote inlaatklep. Samen zorgen ze ervoor dat er voldoende mengsel in de cilinder kan stromen om een hoog vermogen te kunnen ontwikkelen.



Honda verliet in 1988 de driekleppenkop en kwam met een aangepaste versie van de Triumph Dolomite-kop op de markt. Eén bovenliggende nokkenas bedient alle zestien kleppen, terwijl de bougie, tussen de inlaatuimelaars door, centraal in de verbrandingskamer steekt. Honda gebruikt diepe kommetjes onder de nokkenas om ervoor te zorgen dat er onmiddellijk olie is als de motor gaat draaien.



Opel is met één van de sterkste vierkleppenmotoren op de markt gekomen. De constructie is bekend, toch is het resultaat bijzonder. Let op de slanke drijfassen en de speciale, slechts 50 mm hoge zuigers. Opel heeft het voordeel van de vierkleppenkop volledig benut en zowel voor een hoog koppel bij laag toerental als voor een hoog vermogen gezorgd.

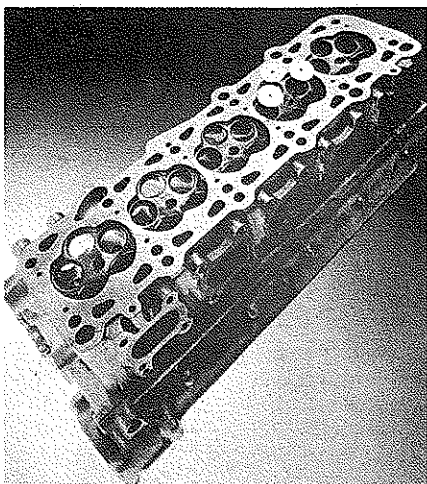
2.1.4 Smeerproblemen

De oliëfabrikant ziet daarbij een aantal problemen op zich af komen waarop moet worden ingespeeld. Om direct na de start de smering snel op gang te brengen moet de olie ook bij extreme koude een lage viscositeit hebben, "dun" zijn zogezegd. Omdat er hydraulische klepstoters worden toegepast - dat maakt het onderhoud eenvoudiger - moet de olie over een sterk reinigend vermogen beschikken, lucht snel kunnen afgeven en bescherming tegen corrosie bieden.

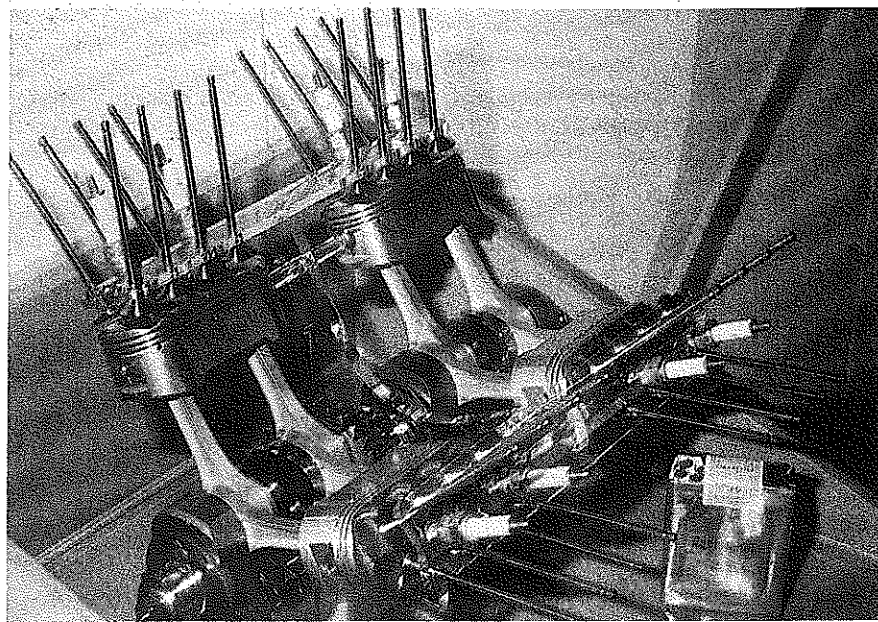
Een ander probleem dat moet worden aangepakt, is dat van de hoge hoofdlagerbelasting bij V-motoren, de drijfstan- gen "rukken" onder verschillende hoeken aan de krukas. Dat betekent dat de smeerolie vooral bij hoge olietemperaturen een hoge viscositeit moet hebben, dus "dik" moet zijn, iets dat niet vanzelfsprekend is.

2.1.5 De toekomst

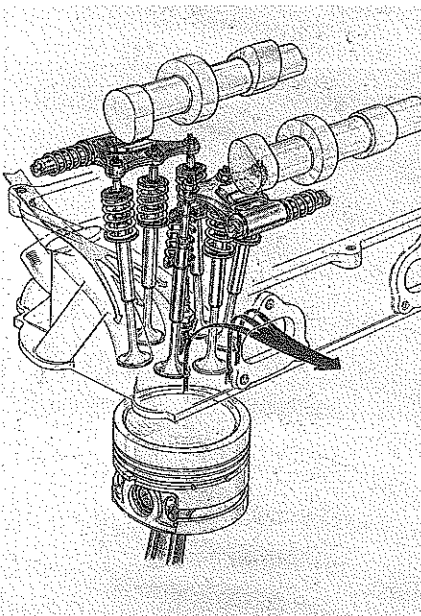
Voorlopig gaat de ontwikkeling van de meerkleppentechniek door, Toyota heeft zelfs een arm-mengselmotor uitgebracht met vier kleppen per cilinder. Op deze manier wordt de zuinigheid van zo'n arm-mengselmotor gecombineerd met de meerkleppentechniek om een



Audi heeft een cilinderkop met vijf kleppen gebouwd en bij een geslaagde recordpoging gebruikt. Drie inlaatkleppen en twee uitlaatkleppen zijn ook door Yamaha als het meest gunstige aantal bevonden. Proefmotoren hadden zelfs zeven kleppen per cilinder, maar met twee bougies erbij leverde dat een te ingewikkelde constructie op. Inmiddels is bekend dat Yamaha wil gaan racen met een Formule 1 V8 met vijf kleppen per cilinder.



Om met een viertaktmotor te kunnen racen in 500 cm³ klasse moesten de motorfietsconstructeurs van Honda iets bijzonders bedenken. Het maximum aantal cilinders ligt immers vast op vier en minstens acht zijn er nodig om voldoende vermogen te kunnen ontwikkelen. Ovale zuigers bleken de oplossing voor het probleem te zijn en zo ontstond deze hoogst merkwaardige V4 met ovale zuigers en acht kleppen per cilinder.

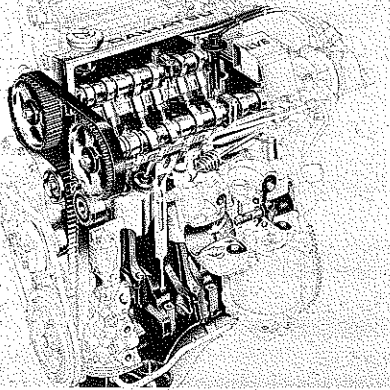


Maserati bouwt al jaren een V6 motor met twee turbo's, de Biturbo. Deze motoren hebben drie kleppen per cilinder met een heel bijzondere opstelling en aandrijving. Om in de vermogensrace mee te kunnen komen, bouwde Maserati deze bijzondere cilinderkop met maar liefst zes kleppen per cilinder. Een constructie die bij dieselmotoren overigens al eens eerder is vertoond. Tot een serieproductie is het nog niet gekomen.

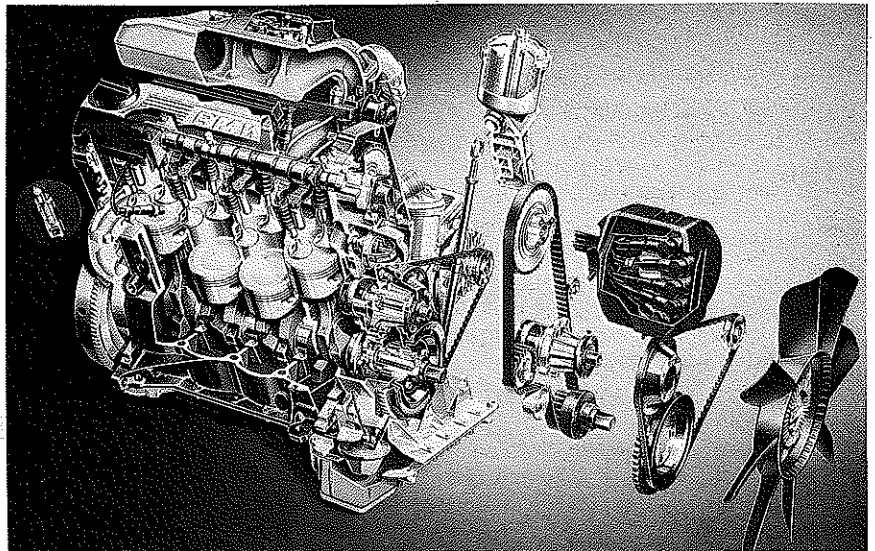
hoog vermogen te halen. Er zijn al motorfietsmotoren in productie met vijf kleppen per cilinder (Yamaha). Automobiëfabrikanten hebben ook belangstelling voor zulke constructies (Audi) en hebben zelfs motoren gebouwd met zes kleppen per cilinder (Maserati). Heel bijzonder is het door Honda ontwikkelde motorblok voor een motorfiets met ovale zuigers en acht kleppen per cilinder.

2.2 Meercilindermotoren

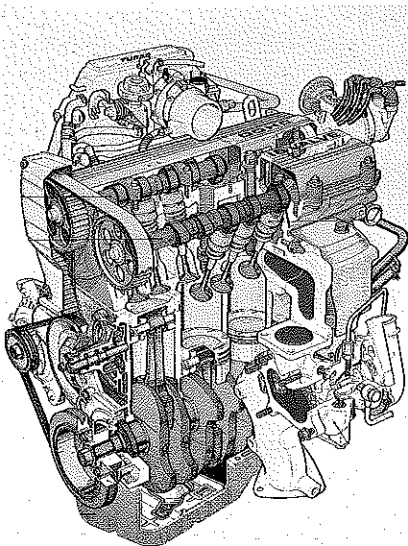
Niet alleen het aantal kleppen per cilinder neemt toe, ook het aantal motoren met meer dan vier cilinders. In Europa was tot ongeveer 1983 de viercilindermotor met twee kleppen per cilinder, meestal door één bovenliggende nokkenas bediend, de standaarduitvoering. De viercilindermotor blijft een aantrekkelijke krachtbron. Door de compactheid leent deze zich uitstekend voor een dwarsgeplaatste inbouw in de moderne voorwielaandrijver. Het niet zo soepel draaien bij laag toerental en de trillingen bij hoog toerental, deden vele fabrikanten besluiten zescilindermotoren te ontwikkelen. Sommige, zoals Mercedes en Audi, kozen voor een tussenvoeg en bouwden vijfcilinders.



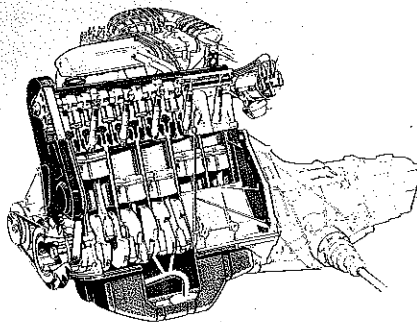
De driecilindermotor van Daihatsu is ontworpen vanuit de filosofie dat de inhoud per cilinder niet te klein mag worden. Dankzij de vierkleppenkop en een turbo wordt er een zeer hoog vermogen gehaald uit deze kleine motor.



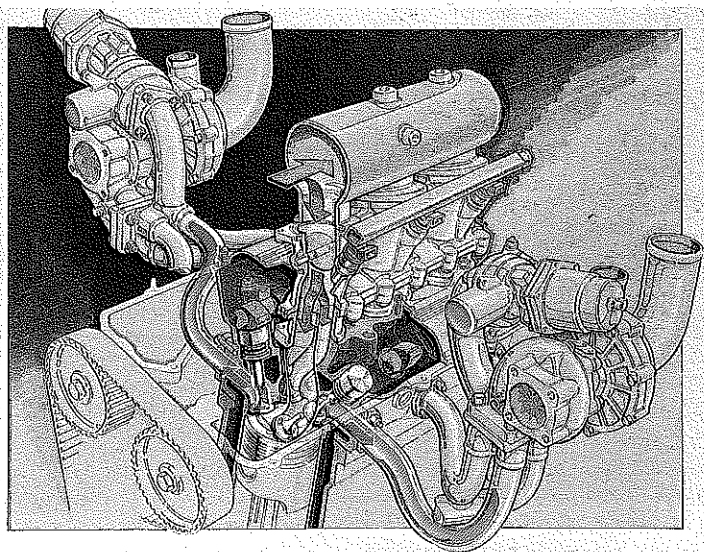
Bij de nieuwste BMW viercilinder stond de verbrandingskamervorm centraal. Door het verzetten van de kleppen krijgt de bougie de ruimte om zo centraal mogelijk te worden geplaatst. Bij de M3 maakt BMW gebruik van een cilinderkop met vier kleppen per cilinder, maar de overige motoren hebben "gewoon" twee kleppen per cilinder.



Mazda heeft voor rally- en straatgebruik een viercilindermotor ontwikkeld met vierkleppenkop en turbo. Zoals deze motor is geconstrueerd, zijn er bij bijna alle autofabrikanten motoren in productie: twee bovenliggende nokkenassen, hydraulische stoters en vier kleppen per cilinder, met en zonder drukvulling.



Vijfcilindermotoren worden door Mercedes en Audi gebouwd. Dankzij de rally-successen is de Audi-motor beroemd geworden. Omdat de Audi-motor in de lengterichting is ingebouwd, is een zes-cilinder te lang om met voorwielaandrijving gecombineerd te worden. Dankzij een vierkleppenkop en, indien nodig, een turbo wordt er voldoende vermogen ontwikkeld.



Dat Italianen begaafde constructeurs zijn, mag bekend worden verondersteld. Deze motor van Lancia is ontworpen voor rallygebruik. Om op eenvoudige wijze twee turbo's op één inlaatsysteem te kunnen aansluiten werd gekozen voor een diametrale klepopstelling, dat wil zeggen dat de kleppen kruiselings in de kop zitten, een opstelling die ook BMW bij een Formule 2 racemotor al eerder heeft gebouwd.

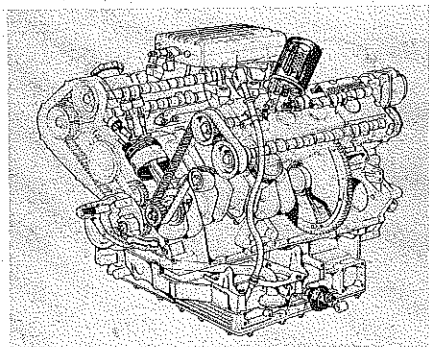
2.2.1 Meer dan vijf cilinders

Omdat zes-in-lijn-motoren niet gemakkelijk dwars voorin kunnen worden ingebouwd, zijn er V6 motoren ontwikkeld. Zodra deze motoren werden beschouwd als "gewoon", begon de ontwikkeling van V8 motoren. Deze motoren zijn constructief heel anders dan de oude Amerikaanse V8's, want die werken met één centrale laag geplaatste nokkenas, stoterstangen en tuimelaars. Het gaat bij sommige nieuwe V8 motoren om de vroegere Formule 1 racemotoren, dus met twee bovenliggende nokkenassen en vier kleppen per cilinder. Alsof deze motoren al niet gecompliceerd genoeg zijn, worden er V10 en V12 motoren ontwikkeld en op de markt gebracht. Zelfs aan V16 motoren wordt gewerkt.

2.2.2 De toekomst

De meercilindermotoren kunnen zeer hoge vermogens leveren, in race-uitvoering halen de Formule 1-3,5 l-V10-motoren van Honda, Alfa Romeo en Renault meer dan 440 kW en dat zonder "turbo".

Meercilindermotoren stellen hogere eisen aan het ontwerp van het smeeroleicircuit en ook aan de smeeroolie zelf.



Een Ferrari-motor mag niet ontbreken, ook al is het er één met acht in plaats van twaalf cilinders. In een aangepaste uitvoering zorgt deze motor ook voor de aandrijving van de Lancia Thema waardoor de prestaties op zeer hoog niveau komen te liggen. Acht cilinders in V waren in de VS gedurende tientallen jaren heel gewoon, maar zo'n Ferrari motor is heel anders geconstrueerd. Chevrolet heeft nu een Lotus-V8-motor in de Corvette geplaatst. Dat is een motor die veel lijkt op die van deze Ferrari.

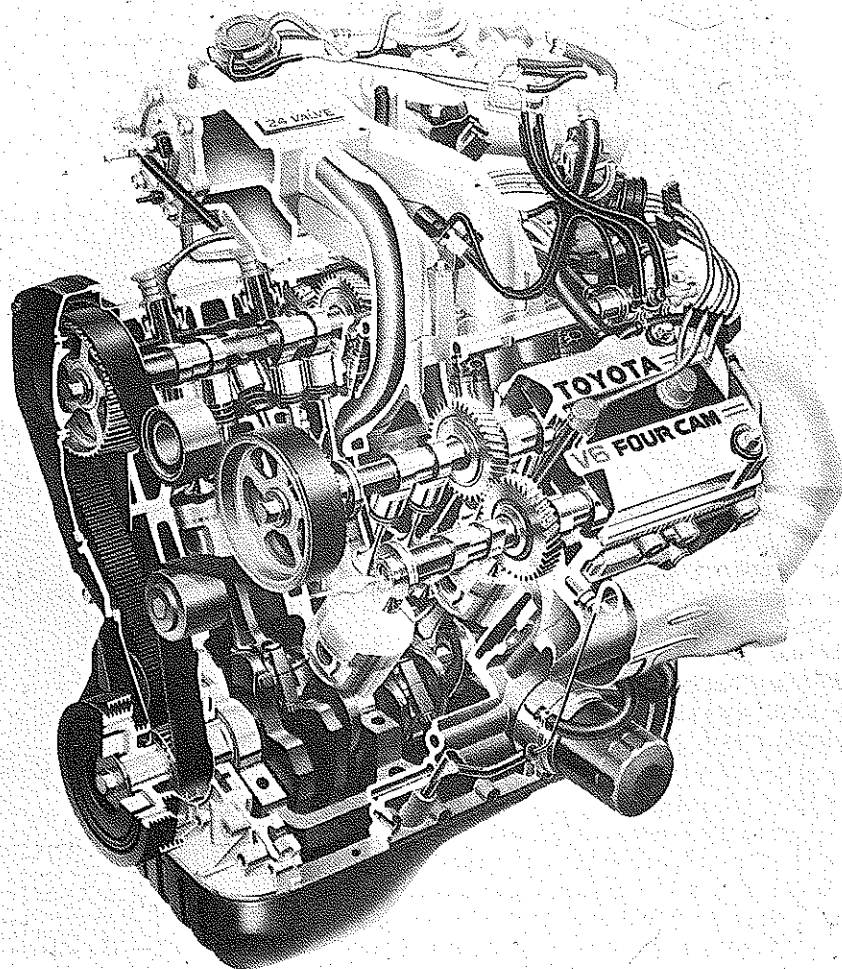
2.3 Drukvulling

Bepaalde constructies vertonen in de tijd gezien golfverschijnselen. Meer-kleppentechniek, meercilinders en ook drukkulling zijn er al geweest. Vlak voor de oorlog waren er zelfs 16-cilindermotoren en dat niet alleen in de racerij. Een merk als Bugatti leverde motoren met acht cilinders in lijn en drie en vier kleppen per cilinder. Zelfs een mechanisch aangedreven compressor was voor de prestige-auto's van toen een gewone zaak.

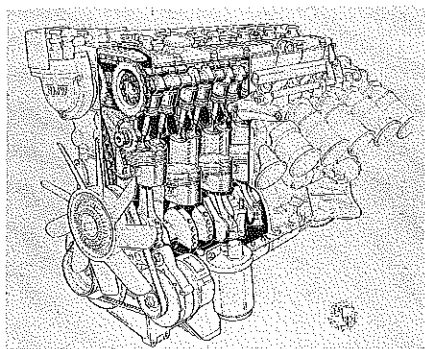
Bedenk dat het aanzuigen van lucht uit de atmosfeer niet zo eenvoudig is voor een motor. Makkelijker is het de lucht vooraf samen te persen - te comprimeren - en dan in de cilinder te "blazen". Zo

ontstonden termen als: een geblazen motor of turbo-motor.

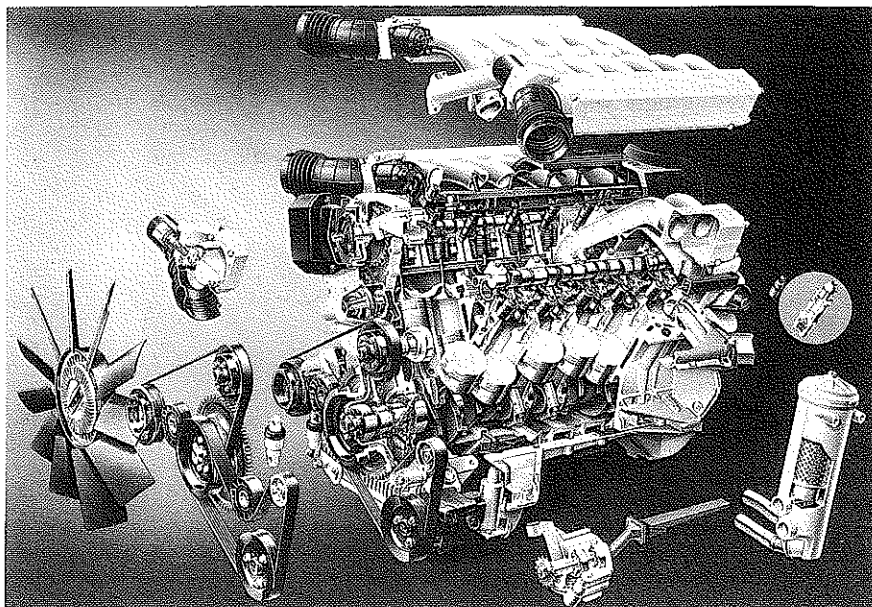
Eigenlijk is drukkulling meer geschikt voor dieselmotoren dan voor benzine-motoren. Diesels kunnen onbeperkt lucht gebruiken, ze spuiten net zo veel brandstof in als er nodig is voor een bepaald vermogen. Door de extra lucht worden ze inwendig goed gekoeld en roken ze minder. Benzinemotoren hebben er problemen mee als er teveel mengsel in de cilinder komt, vooral als dat mengsel warm is. Er treedt dan een ongecontroleerde manier van verbranden op die bekend staat als pingelen of kloppen en eigenlijk detoneren heet. In hoofdstuk 6.3.8 wordt dit beschreven.



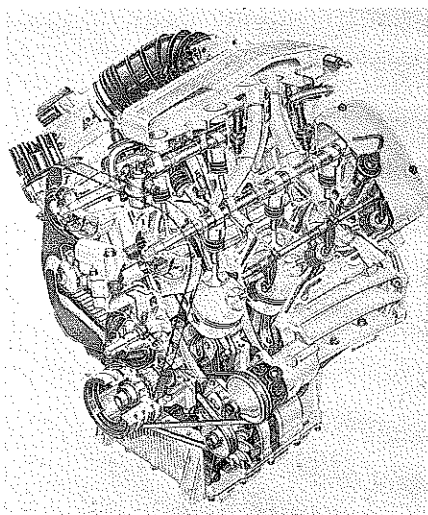
Dat een moderne V6 een kopie kan zijn van een Formule 1 V6 toont deze Toyota Camry-motor. Eigenlijk twee driecilinder blokken op één krukas, zoals bij vele andere fabrikanten in het programma zijn opgenomen. De V6 is zo compact dat deze dwars voorin een plaats kan vinden, iets dat voor een zes-in-lijn heel moeilijk zou worden.



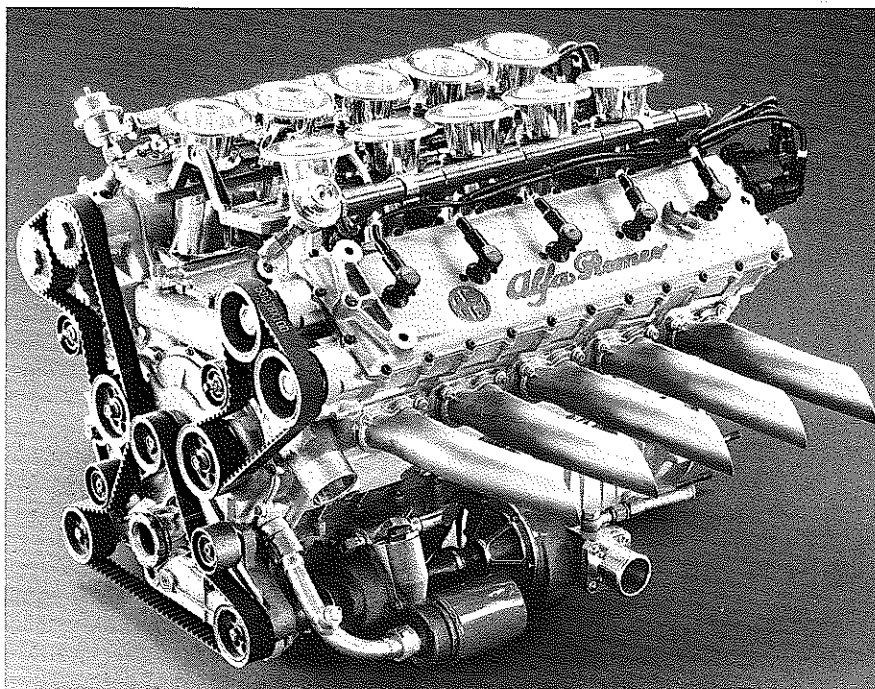
Zescilinders hebben bij BMW de voorkeur omdat ze "zijdezacht" draaien. In de M5 wordt een verjongde versie toegepast van de beroemdste zescilinder, die met vier kleppen per cilinder. In Japan bouwen enkele fabrikanten ook al jarenlang dit type motoren. In feite gaat het om een viercilinder met twee "extra" cilinders.



V12 motoren hebben iets magisch. Ze worden beschouwd als het summum op het gebied van soepelheid bij alle toerentallen en belastingen. Sinds kort schenken de automobielconstructeurs veel aandacht aan de ontwikkeling van zulke gecompliceerde motoren, BMW is er één van. Uiteraard zijn er beroemde merken die ook V12's bouwen, zoals Ferrari, Lamborghini en Jaguar.



Alfa Romeo heeft een bijzondere V6 in het programma, bijzonder omdat er per cilinderrij slechts één bovenliggende nokkenas wordt toegepast. De klepbediening is interessant met stoters voor de inlaatkleppen en stoters, stoterstangen en tuimelaars voor de uitlaatkleppen.



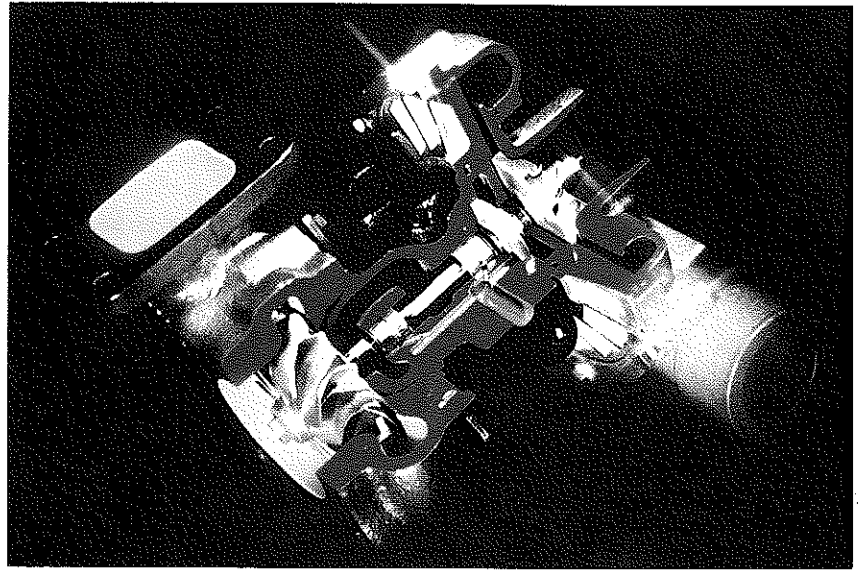
Voor het eerst worden er V10-benzinemotoren gebouwd, bij dieselmotoren voor bedrijfswagens geen ongewone zaak. De afgebeelde Formule 1-motor van Alfa Romeo kan uiteraard ook in een prestigemodel worden ingebouwd, maar dan wel in een tammere versie. V10-motoren leveren dankzij het hogere toerental meer vermogen dan een V8 en zijn korter dan een V12. Het uitlaatgeluid heeft veel weg van dat van een vijfcilinder-Audi, het is alleen hoger van toon.

2.3.1 Turbo's

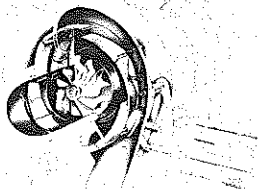
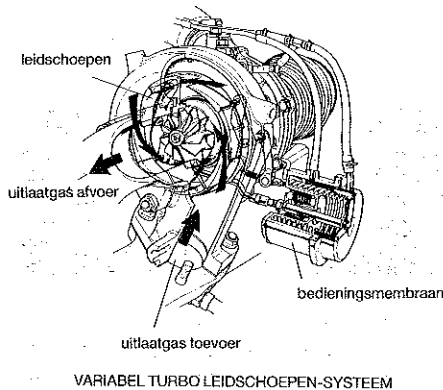
Sinds 1980 wordt de "turbo" steeds meer toegepast om het vermogen van een motor op te voeren. Eigenlijk heet zo'n apparaat een uitlaatgas-drukvlugroep, maar het woord "turbo-compressor", kortweg "turbo", is zo ingeburgerd dat het voor alles wordt gebruikt, tot stofzuigers toe.

Het idee om de uitlaatgassen te gebruiken stamt van de Zwitser Büchi. Deze heeft aan het eind van de eerste wereldoorlog getracht het apparaat werkend te krijgen. Slechts dankzij de moderne hittebestendige materialen en smeertechnieken heeft de "turbo" zijn vaste plaats op de motor veroverd.

Omdat de schoepenwielen van de "turbo" tijd nodig hebben om op toeren te komen duurt het altijd even voordat de motor reageert op de bevelen van het gaspedaal. Een "turbo" is vooral geschikt om een heleboel vermogen uit een motor te halen, dank zij waterinspuiting en inlaatluchtkoeling kwam er uit de Formule 1 motoren 900 kW. Een nog nooit eerder gehaald vermogen uit motoren met slechts 1,5 l cilinderinhoud.

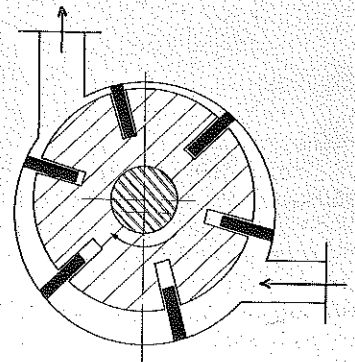


Het door Büchi bedachte apparaat om de energie, die in de uitlaatgassen zit, te benutten, heet uitlaatgasdrukvlugroep of kortweg "turbo". De hete uitlaatgassen stromen aan de omtrek van het slakkenhuis van de turbine naar binnen en verlaten het huis in het hart ervan. Op de turbine-as is het compressorwiel aangebracht dat de centraal aangezogen lucht via het slakkenhuis naar de inlaat van de motor voert. Omdat de samengeperste lucht heet is, wordt deze meestal door een inlaatluchtkoeler afgekoeld. Door de hoge temperatuur van de uitlaatgassen wordt de olie die de lagers smeert en koelt erg heet, vooral na een snelle rit.

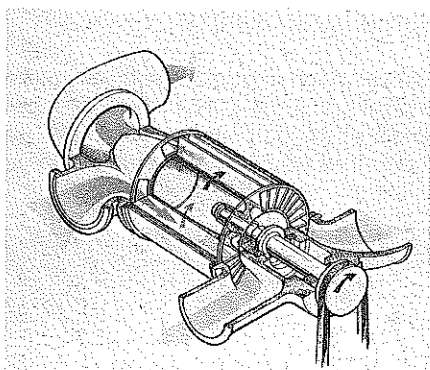


2.3.2 Compressoren

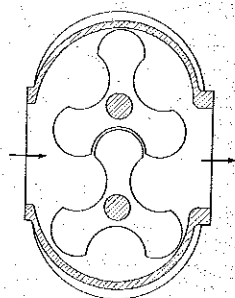
De "ouderwetse" door de motor zelf aangedreven compressor komt weer terug, soms in een nieuw jasje. Het grote voordeel van deze methode om de lucht in de inlaat van de motor te pompen is dat er al bij lage toerentallen veel lucht - uiteraard vermengd met brandstof - in de motor komt. Daardoor levert de motor veel vermogen bij een laag toerental, hetgeen een aangenaam rijgedrag oplevert, in vakkringen heet dat: "veel vermogen onderin hebben". Er zijn verschillende compressorconstructies in gebruik die alle tot doel hebben een kleine motor het vermogen te geven van een veel grotere. Het is uiteraard de bedoeling dat de lichte kleine motor zuinig omspringt met brandstof omdat de auto waarin zo'n motor met compressor zit, ook licht van gewicht kan blijven. Zo heeft de Golf 1,8 l met G-compressor, hetzelfde vermogensverloop als een V6 van ongeveer 2,5 l terwijl het totale gewicht en de afmetingen veel kleiner zijn.



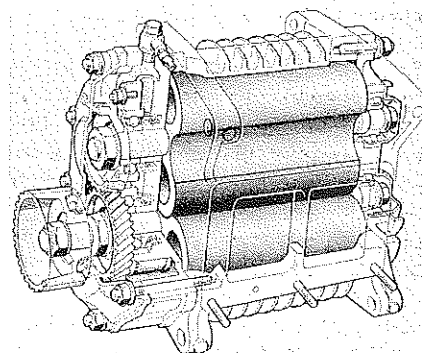
Schottenpompen persen de lucht of het mengsel samen doordat de ruimte tussen de schotten kleiner wordt tijdens het draaien. Op dit moment zijn er geen motoren met een schottenpomp als compressor in productie, maar er wordt wel veel onderzoek aan verricht, onder andere door Pierburg.



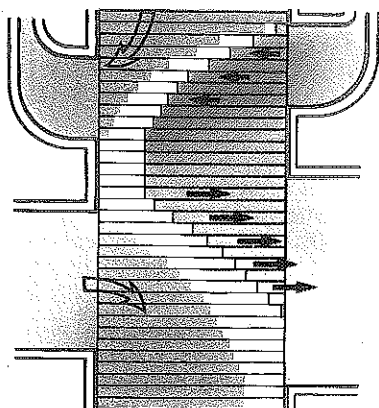
De Comprex-compressor wordt door de krukas aangedreven en draait met een toerental van 20.000 min^{-1} rond. Dat er fluittonen ontstaan tijdens het in- en uitstromen van de gassen, verbaast niemand. Zo'n Comprex lijkt immers op een Panfluit.



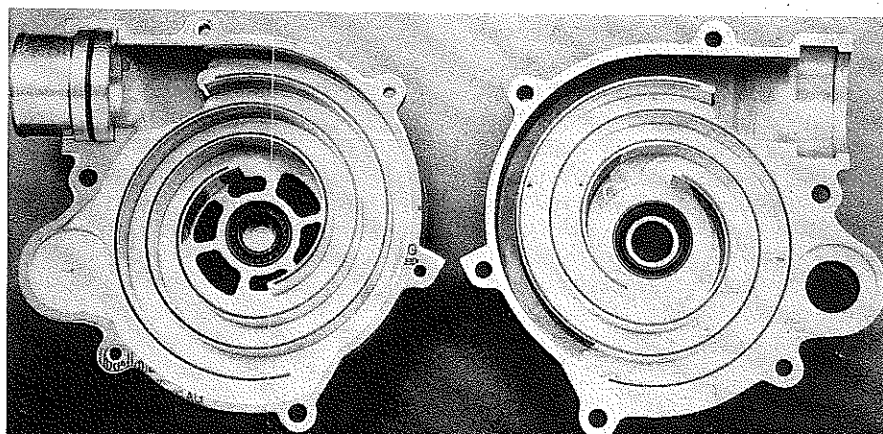
De gebroeders Roots bedachten rond de eeuwwisseling een apparaat waarmee het mengsel onder druk naar de motor kan worden gepompt. Daardoor stijgt het motorvermogen enorm en dat bij alle toerentallen. Het apparaat zelf is eigenlijk geen compressor, het is een pomp. Doordat de pomp meer lucht kan verpompen dan de motor kan verbruiken, ontstaat er toch een overdruk in het inlaatsysteem, vandaar de naam Roots-compressor.



De rotors van een Roots-compressor hebben soms een 8-vormige doorsnede, soms zijn er drie lobben op aangebracht. De rotors moeten heel nauwkeurig synchroon draaien, hetgeen tegenwoordig geen groot probleem meer is dankzij de precisietandwielen. Op de lobben kan een kunststoflaag worden aangebracht die na een korte inloopperiode voor een minimale speling zorgt.



De Comprex-drukpulscompressor, ontworpen door BBC, maakt net als de turbo gebruik van de energie van de uitlaatgassen om de inlaatlucht samen te persen. De uitlaatgassen worden in een draaiende trommel met kamers geblazen en drukken daarbij de inlaatlucht voor zich uit. Terwijl de trommel draait, verliezen de uitlaatgassen hun energie en worden ze teruggedrukt de uitlaat in. Daarbij wordt er buitenlucht aangezogen zodat het comprimeren weer kan beginnen.



De geschiedenis herhaalt zich en dat is te zien aan de ontwikkeling van de spiraalcompressor. Sinds 1985 brengt VW dit tachtig jaar oude idee in productie, eerst voor een Polo model en in 1988 voor de Corrado. Dankzij de moderne giet- en bewerkingstechnieken kunnen deze compressoren in serieproductie worden genomen. De lucht komt aan de omtrek het huis binnen en wordt door de dubbele spiraal naar het hart gepompt. Zelfsmerend materiaal maakt een smering van de spiralen met olie overbodig zodat er schone lucht naar de motor gaat.

2.3.3 Het smeren

Smeerttechnisch gezien zijn de hoge lagerbelastingen - als gevolg van de hoge drukken in de cilinder - een zorgenkind. De olie moet bij hoge temperaturen een hoge viscositeit hebben, "dik" genoeg zijn. Dat is extra moeilijk omdat de zuigertemperaturen in zulke motoren hoger zijn dan normaal en door de olie moeten worden gekoeld. De olie moet tegen deze hoge temperaturen bestand zijn en zich niet te snel verbinden met de zuurstof uit de lucht. Dan wordt de olie immers geoxydeerd hetgeen een indikking en een verzuring teweegbrengt.

Ook in de "turbo" zelf mag de olie geen kool vormen want dan loopt de smering van de lagers gevaar. Tegenwoordig zijn veel turbo's watergekoeld en komen de olietemperaturen niet meer boven de 300°C , zoals voorheen het geval was. Dieselmotoren kennen dit probleem niet, omdat de uitlaatgastemperatuur lager is dan die bij een benzine motor, bij de dieselmotor 650°C tegen 850° bij de benzine motor.

De smering van de compressor- en turboladers zelf is niet ingewikkeld, vanaf de oliepomp gaat er smeeroil onder druk naar toe. De terugvoer vindt plaats door de zwaartekracht.

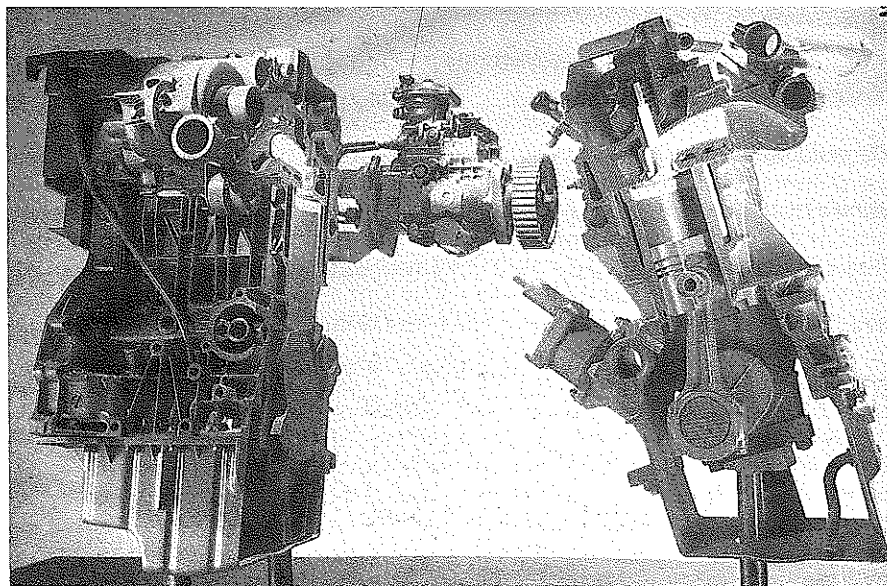
2.4 Constructiedetails

Als de moderne techniek ergens uit blijkt, is dat uit de ontwikkeling en toepassing van details om motoren te verbeteren. Er worden voor het eerst sinds de honderdjarige geschiedenis van de motor geheel nieuwe materialen gebruikt zoals keramiek en kunststof.

2.4.1 Keramiek

Keramiek kennen we van de bougie waar het materiaal voor isolatoren wordt gebruikt. Andersoortige keramiek wordt op de slijtvlakken van tuimelaars en klepstoters toegepast.

Bij dieselmotoren is getracht de verbrandingskamer geheel te isoleren door middel van keramiek. Het is inmiddels gebleken dat de gedachte die eraan ten grondslag lag, brandstofbesparing, niet opgaat. Het lijkt voor de hand liggend om te zeggen dat een flink deel van de warmte die in de brandstof zit, verloren gaat in het opwarmen van het koelwater. Maar het isoleren van de verbrandingskamer zorgt voor zulke hoge temperaturen dat de warmte-overdrachtprocessen anders verlopen dan gedacht, hetgeen leidt tot een hoger verbruik om hetzelfde motorvermogen te halen.

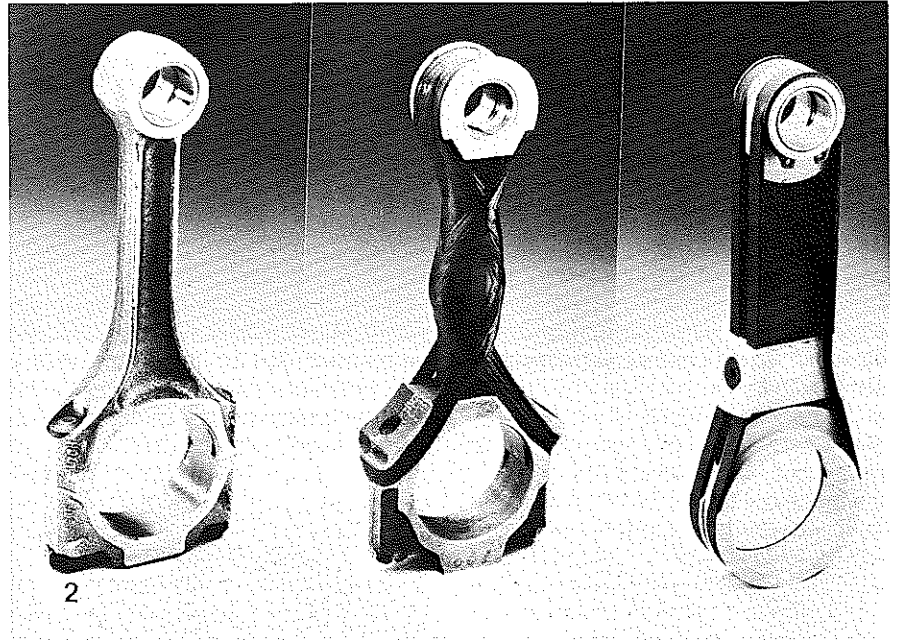


Keramiek is uitgebreid geprobeerd als isolatiemateriaal voor de verbrandingskamer en uitlaatpoorten en als materiaal voor klepgeleiders en klepzittingen. Deze Renault-proefmotor laat duidelijk zien waar het witte keramiek is toegepast. Op dit moment zijn er al motoren met een keramische wervelkamer, die zeer snel op temperatuur is, en motoren met een keramische bekleding van de uitlaatpoort. Dat laatste voorkomt een mogelijk kromtrekken van de cilinderkop en wordt daarom ook door Porsche bij benzinemotoren toegepast.

Er zijn ook geen smeeroïlen beschikbaar om de zuiger en de cilinder te smeren bij zulke hoge temperaturen en het ziet er niet naar uit dat de oliemaatschappijen aan het ontwikkelen ervan zullen beginnen.

2.4.2 Kunststoffen

Kunststoffen ondergaan een zeer snelle ontwikkeling. Het probleem voor de toepassing in motoren ligt vooral bij de hoge temperaturen. De hars waarin de



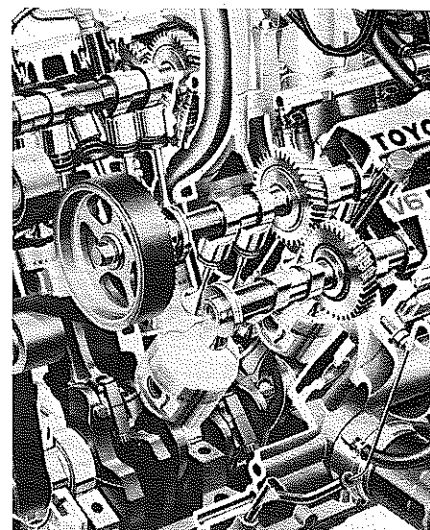
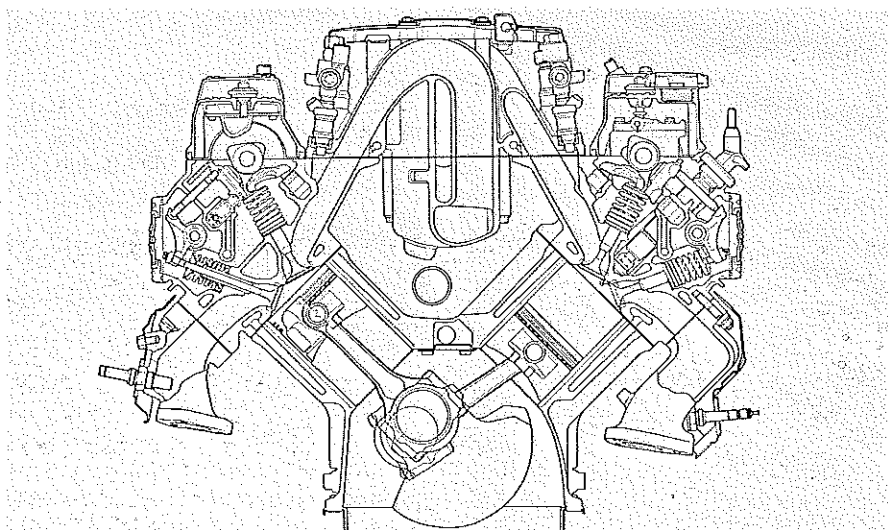
Volkswagen experimenteert met drijfstangen waarbij koolstofvezels worden gebruikt. Deze vezels zijn sterker én lichter dan staal. Links de standaard drijfstang. De gevlochten constructie in het midden werd vervangen door de uitvoering met geklemde banden.

zeer sterke kunststofvezels worden ingebed, wordt week boven de 250°C. Bovendien zijn de vezels alleen maar sterk als eraan getrokken of erop gedrukt wordt. Tegen sterk buigen kunnen ze niet en met een schaar laten ze zich zo doorknippen.

Omdat vezelversterkte kunststoffen zo licht zijn, willen de motorconstructeurs ze graag gebruiken, bijvoorbeeld als drijfstang. Vanuit het gezichtspunt van de smering zijn er geen problemen te verwachten, vele kunststoffen hebben uitstekende smeereigenschappen en de drijfstangen krijgen gewone lagerschalen.

2.4.3 Hydraulische klepstoters en stelplunjers

De hydro-stoters worden rechtstreeks door de nokkenas bediend, de hydrostelplunjers niet. Aanvankelijk, zo'n vijftig jaar geleden, ging het om hydraulische klepstoters die nog steeds in de VS worden toegepast bij de langzaamlopende V8 en V6 in lijn motoren met koppellen. Bij de moderne sneldraaiende motoren lukt het niet om zulke stoters snel genoeg op en neer te bewegen.



Bij de Honda-V6 is vooral de kleppentrein erg interessant, bedenk dat er 24 hydro-stelplunjers in de motor zitten.

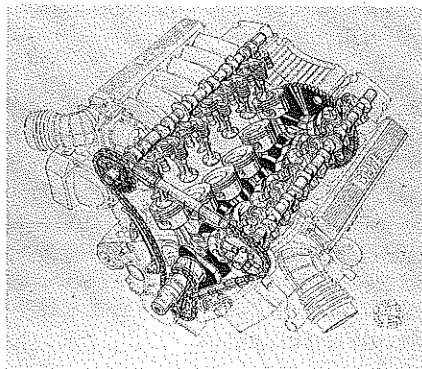
Dat een moderne V6 een kopie kan zijn van een Formule 1 V6 toont deze Toyota Camry-motor. Eigenlijk twee driecilinder blokken op één krukas, zoals bij vele andere fabrikanten in het programma zijn opgenomen. De V6 is zo compact dat deze dwars voorin een plaats kan vinden, iets dat voor een zes-in-lijn heel moeilijk zou worden.

Dan pompen de stoters zichzelf op en blijven de kleppen openstaan.

Dat is ideaal als toerenbegrenzer, maar niet goed voor de kleppen want deze kunnen verbranden of de zuiger raken.

Dat is de reden om stilstaande hydro-stelplunjers te gebruiken. Daarbij wordt een tuimelaar of sleper tegen de nok gedrukt. Heel veel motoren met vier kleppen per cilinder en twee bovenliggende nokkenassen gebruiken hydraulische stoters die door hun lichte constructie toerentallen tot 7000 omw/min mogelijk maken. Bij enkele merken zijn kleine hydro-stelplunjers in de tuimelaar gemonteerd. Deze drukken tegen de klepsteel.

Enkele fabrikanten gebruiken bij hun motoren terugslagkleppen die moeten voorkomen dat de oliekanalen naar de cilinderkop leeg lopen zodra de motor stilstaat. Bij het starten hoeft de cilinderkop dan niet opnieuw geheel met olie gevuld te worden hetgeen ook betekent dat leeggelopen hydro-stelplunjers en hydro-stoters sneller worden gevuld. Het tikken van deze stoters is hinderlijk en zorgt soms voor schade aan de klepaandrijving.

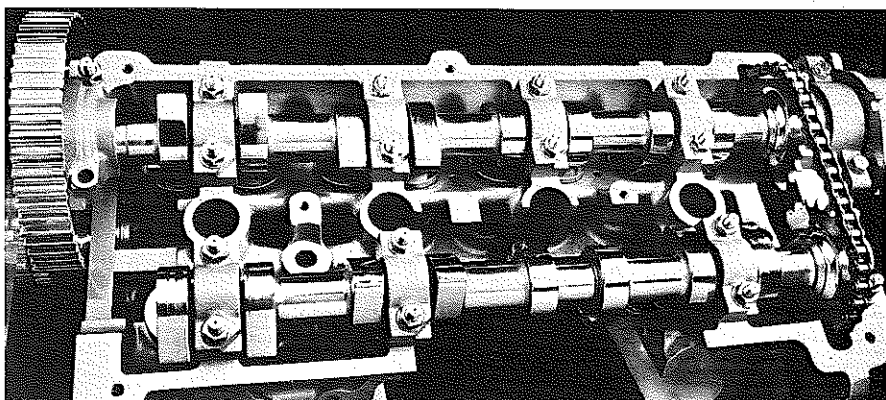


BMW gebruikt bij de nieuwe V12 één lange nokkenasketting. De motor wordt korter omdat een ketting smaller is dan een tandriem en binnenin de motor zit.

onderdelen van de ketting en de kettingwielen. Nokkenassen worden soms gekoppeld door middel van tandwielen (Toyota) of een korte ketting (VW/Porsche). Smeertechisch gezien stelt deze ketting geen hogere eisen dan een nokkenasaandrijfketting. Bij de tandwielen komt daar nog iets bij. De olie die tussen de tanden zit wordt, mede door de schuine vertanding, afgeschoven. Dat wil zeggen dat de tanden die in elkaar grijpen langs elkaar glijden hetgeen voor de olie niet erg aangenaam is. Vooral bij hoge temperaturen mag de olie dan niet te dun worden, anders wordt de oliefilm te dun en raken de hoogste punten van het oppervlak van de tandflanken elkaar en ontstaat er slijtage.

2.4.4 Kettingen en tandwielen

Er is tegenwoordig een neiging te bespeuren om de nokkenassen weer aan te drijven met een ketting in plaats van één of meer tandriemen. Een ketting bouwt ruimtebesparend en heeft een levensduur die gelijk is aan die van de hele motor. De smering moet dan wel in orde zijn en de geleiding en spanning ervan eveneens. Uiteraard verdient een hydraulische spanner, met een mechanische blokkering, de voorkeur omdat zo'n spanner soepel en dus geruisloos

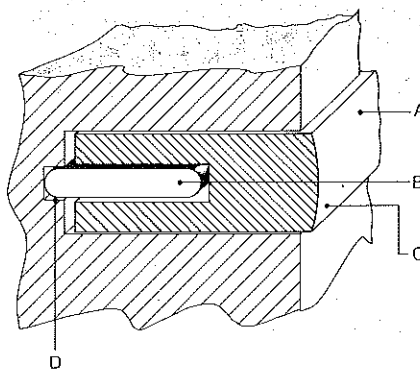
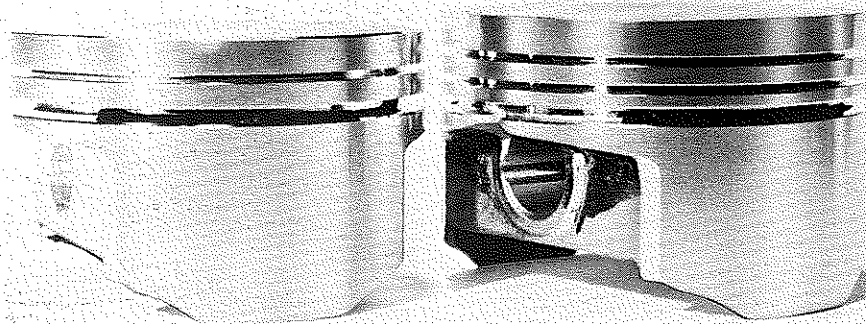


Bij de VW-vierkleppenmotor worden de nokkenassen gekoppeld door een korte ketting.

2.4.5 Zuigers

Hoe lichter de zuiger, des te lichter de drijfstang, des te lichter de krukas, des te lichter de motor, des te lichter de auto. Ook zal de motor minder trillen omdat het heen- en weergaande gewicht lager is. De wrijving in de motor zelf wordt geringer als de zuigerveren minder hoog, of dik worden. Hoe minder zuigerveren, hoe beter. Vandaar dat moderne motoren steeds lagere zuigers en zuigerveren hebben, bij sommige motoren is de bovenste compressieveer minder dan 2 mm hoog.

Met twee zuigerveren - één compressie- en één olieschraapveer - wordt druk geëxperimenteerd. Er is al een motor met twee zuigerveren in productie. Zowel het geluid als de smering zijn van groot belang. Lage zuigers kantelen sneller dan hoge en de olie zal sneller in de verbrandingskamer terecht komen, omdat de zuigerveren minder goed afdichten. Als door het hoge vermogen en/of de hoge positie van de bovenste compressieveer de temperatuur ervan boven de 250°C komt, ontstaan er problemen. Een minder goede olie zal stroperig worden, er treedt harsvorming op, waardoor de veer gaat kleven en vastzitten. Hier ligt duidelijk een kwaliteitsonderscheid van smeeriën. Veel motorenfabrikanten eisen, om problemen te vermijden, de hoogste oliekwaliteit. Zie hoofdstuk 4.



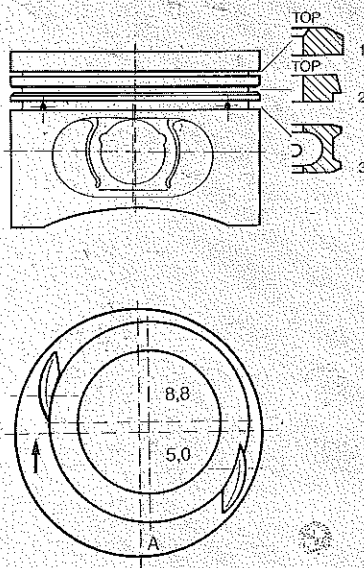
Een zuiger met twee veren is lager en lichter dan een met drie veren. Deze ontwikkeling vindt bij Associated Engineering (AE) en VW plaats.

2.4.6 Balansassen

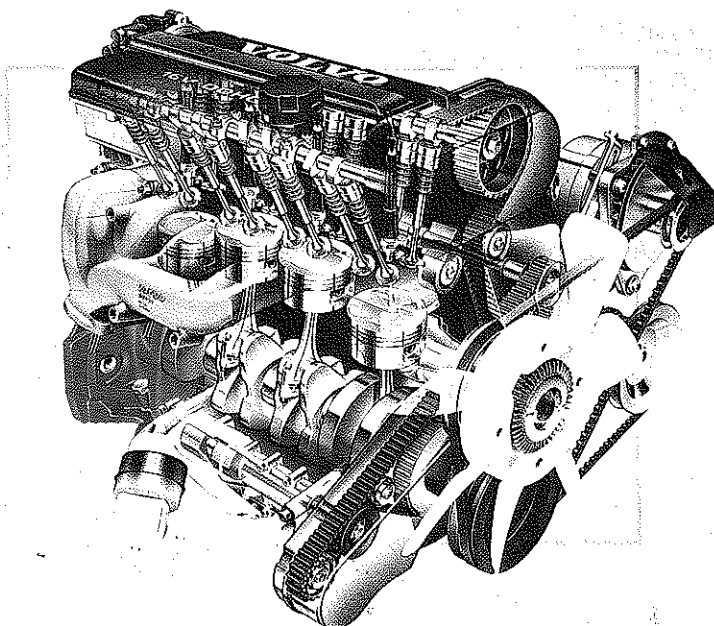
Balansassen worden steeds meer toegepast. Bij twee- en driecilindermotoren

draaien deze assen meestal met hetzelfde toerental als de krukas om de trillingen, die het gevolg zijn van het krukasmodel, weg te werken. Het aan het begin van de eeuw door Lanchester toegepaste balanceersysteem werkt met twee balansassen die met het dubbele toerental tegen elkaar in roteren. Mitsubishi zette één as hoog en één as laag in het blok om de trillingen van de viercilinder motor nog verder te elimineren. Dit systeem is nu ook bij Porsche, Lancia en Volvo in gebruik en er zullen er wel meer volgen.

Om de lagers en soms de aandrijfketting van zulke balansassen te smeren moet de olie vooral na de koude start snel aanwezig zijn. Mensen die het rechtervoetje niet stil kunnen houden jagen de toerentallen van de koude motor al gauw op tot zo'n 3000 omw/min. De balansassen draaien dan al 6000 omw/min en als er niet vlug olie is om de zaak te smeren, lopen de lagers eruit.



De zuigers van de BMW-V12 zijn kort en de compressieveren slechts 1,75 mm, de olieschraapveer 3,00 mm hoog.



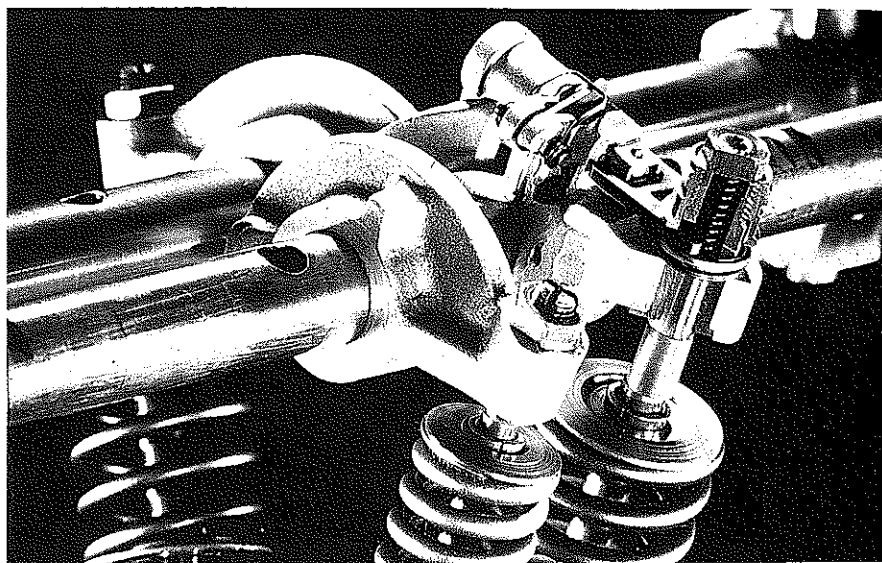
Volvo heeft in 1988 de viercilinder voorzien van twee balansassen die met het tweevoudige krukastoerental draaien.

2.4.7 In- en uitschakelbare kleppen

Mitsubishi ontwikkelde een klepbedieningssysteem waarbij één inlaatklep via de computer wordt in- of uitgeschakeld. Het idee erachter is dat zolang er weinig vermogen geleverd hoeft te worden, een kleine inlaatklep groot genoeg is. Het binnenstromende mengsel heeft dan een hoge snelheid en wervelt krachtig zodat de lucht en de benzinedamp goed gemengd worden. Een laag verbruik is daarvan het gevolg. Zodra er veel vermogen nodig is, wordt er een elektromagnetisch bediende klep opengezet en zorgt de oliedruk van de motor ervoor dat de in de tuimelaar gemonteerde plunjer tegen de klepsteel wordt gedrukt.

Als de olie de zaak niet perfect schoonhoudt, ziet u de ellende al gebeuren: signaal tot inschakelen wordt gegeven, maar de plunjer beweegt stroef en de tuimelaar hamert met zo'n vijf of zes millimeter speling op de klepsteel. Over tikkende kleppen gesproken

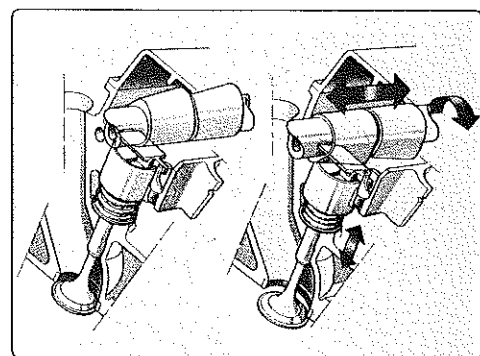
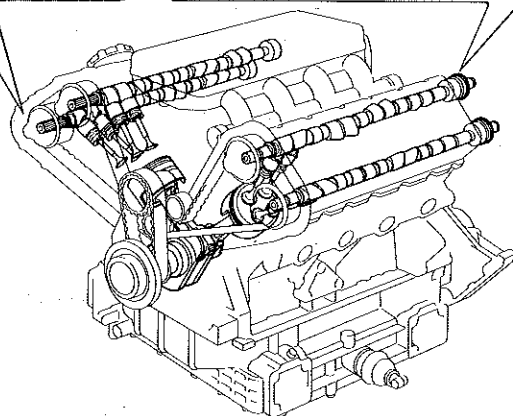
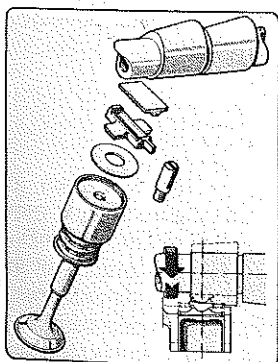
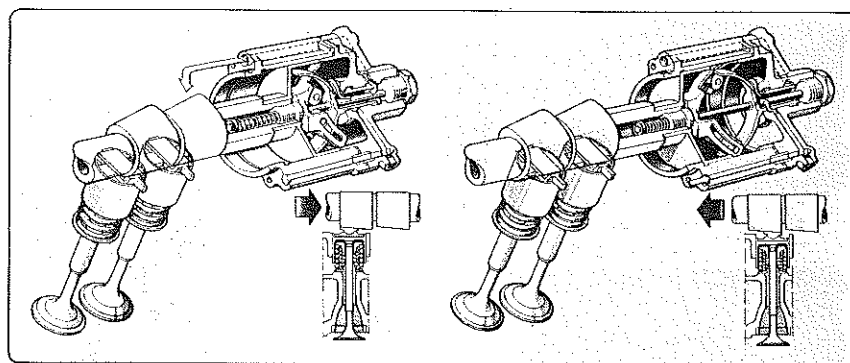
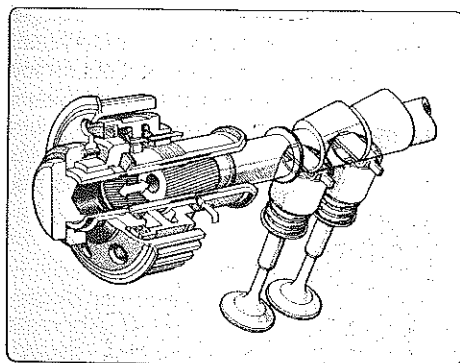
Honda heeft een dergelijk systeem gebouwd voor een vierkleppen motorfietsmotor, één inlaatklep en één uitlaatklep werden bij 8500 ovm/min ingeschakeld. Voorlopig is het echter stil rond die in- en uitschakelbare kleppen.



De Mitsubishi-Starion-motor uit 1984 had een in- en uitschakelbare inlaatklep, bepaald geen eenvoudige constructie.

Wat in Japan lukt, hoeft elders in de wereld nog geen succes te zijn. Dat komt omdat de rij-omstandigheden, vooral in West-Europa, heel anders zijn. Er wordt harder gereden en als gevolg daarvan zijn de olietemperaturen hoger. Deze hoge olietemperaturen werken de olie-oxydatie in de hand met als gevolg

indikking en verzuring. Alleen een topkwaliteit olie kan gedurende de volledige verversingstermijn narigheid voorkomen.

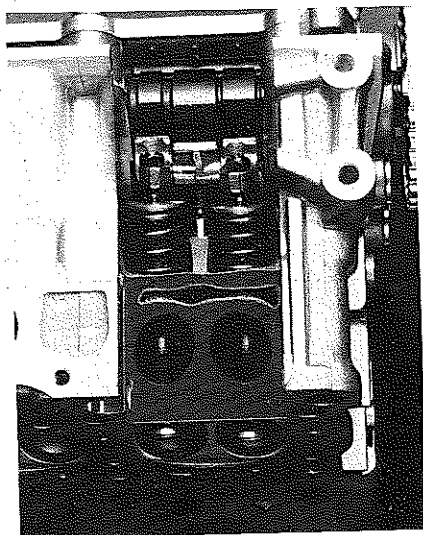


Fiat werkt al vele tientallen jaren aan een mechanisme dat voor verstelbare klepentijden kan zorgen. Omdat tegenwoordig conisch gevormde nokken eenvoudig te slijpen zijn, is het hierbij afgebeelde systeem te maken.

2.4.8 Verstelbare kleppentijden

Het modernste is nog niet modern genoeg. Als Alfa Romeo de inlaatnokkenas verstelbaar heeft gemaakt, willen anderen niet alleen de kleppentijden kunnen veranderen, maar ook de kleplichthoogte. En dat liefst bij een V8 met in totaal vier bovenliggende nokkenassen en 32 kleppen. Roep niet te hard dat het niet kan of onzin is. Om met het laatste te beginnen, als het lukt om het openen en sluiten via een computer te regelen, afhankelijk van het toerental en de belasting van de motor, is dat een nuttige zaak. Dat scheelt in brandstof en kan het vermogen behoorlijk vergroten bij lage toerentallen.

Er bestaan enkele mechanische/hydraulische oplossingen waarmee zo'n verstelling te verwezenlijken is. Geen ervan is eenvoudig, ook niet wat de smering betreft. Conisch gevormde



Verstelbare nokkenassen, zoals deze van Alfa Romeo, zorgen ervoor dat niet alleen een hoog topvermogen wordt ontwikkeld, maar ook het verbruik en de emissies bij lage toerentallen laag zijn. De figurnummers doen hier niet ter zake.

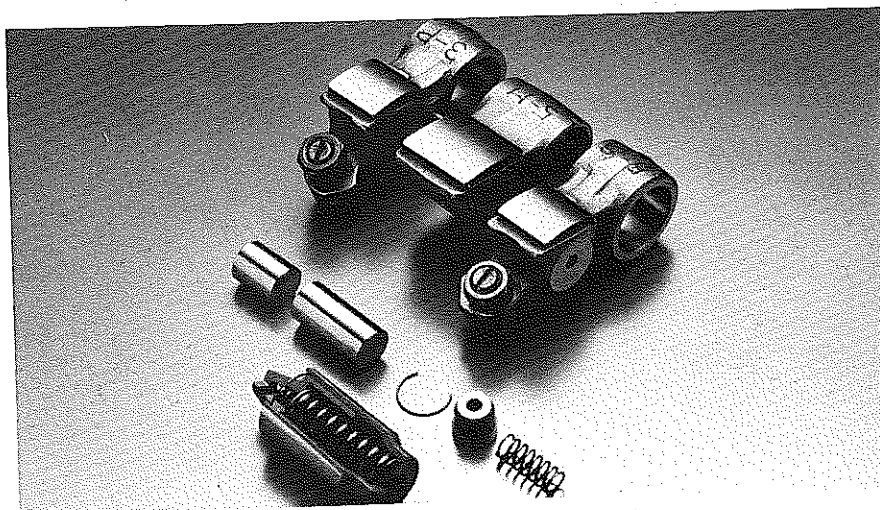
nokken zijn wel te maken, maar zorgen voor eigenaardige belastingen van het mechaniek. Dat ook hierbij het schoonhouden een grote rol speelt, ligt voor de hand.

2.4.9 Andere ontwikkelingen

De automobielfabrikanten willen ook nog de compressieverhouding variabel maken, sommige door middel van de zuiger (Mercedes), andere door in de kop een verstelbare plunjer aan te bren-

gen (VW). Zowel bij dieselmotoren als bij benzinemotoren heeft dat zo zijn voordelen.

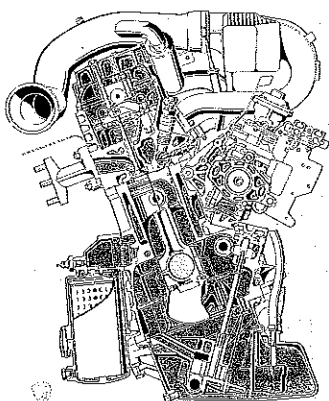
Diesels met turbo kunnen bij het starten best een hoge compressieverhouding gebruiken en een lage bij topvermogen. Benzinemotoren zouden veel zuiniger draaien als bij deellast de compressieverhouding tot aan de pingelgrens toe zou worden verhoogd. De verstelbare zuiger werkt, maar is nog niet in serieproductie. De smeeroilie van de motor krijgt er dan nog een taak bij: het bovenste deel van de zuiger moet door de oliedruk worden opgedrukt, zowel bij warme als bij koude motor. Hierbij is te bedenken dat de olie vlak onder de zuigerbodem zeer heet wordt, waardoor de kans op oxydatie groot is. Geen smeeroiliefabrikant kan stilzitten, elke ontwikkeling moet op de voet worden gevolgd.



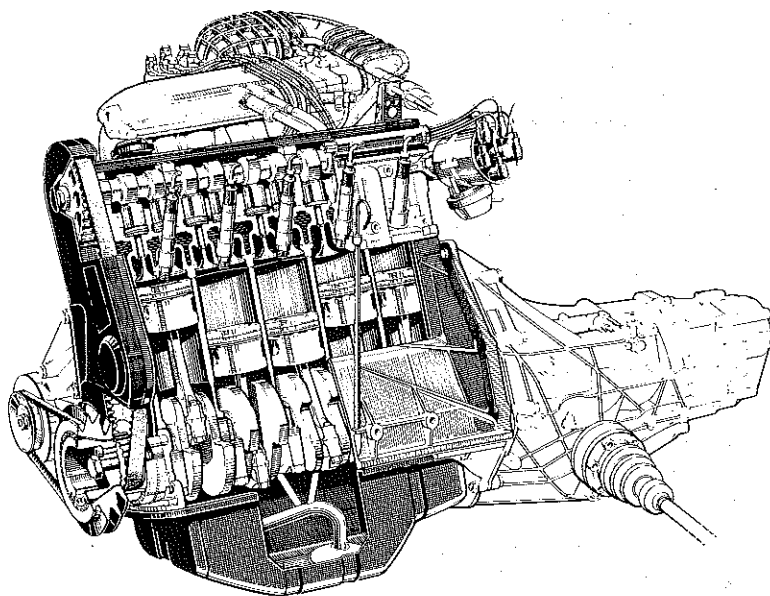
Honda brengt in 1989 dit variabel kleppentijdsysteem op de markt. Afhankelijk van de belasting, het toerental en de bedrijfstemperatuur van de motor wordt er van de twee kleine nokken overgeschakeld op de ene grote nok of andersom.

2.5 Dieselmotoren

Er zijn twee typen dieselmotoren in gebruik bij personenauto's, die met Direkte Inspuiting (DI) en die met Indirekte Inspuiting (IDI). Het verschil zit in de plaats van de verbrandingskamer. DI-dieselmotoren hebben een verbrandingskamer in de zuiger en spuiten de brandstof direct in de cilinder in, bij IDI-diesels wordt er een voorkamer of werelkammer toegepast waarin de brandstof wordt ingespoten.



De poging van BMW om een dieselmotor te construeren die vrijwel net zo soepel en geruisloos draait als een ottomotor, mag geslaagd heten. De zescilinder-IDI-diesel met turbo kwam eerst op de markt, daarna deze vrij-aanzuigende uitvoering. Een smeertechnisch probleem, vooral bij IDI-diesels met turbo, is de bovenste compressieveer. Om het uitslaan van de groef te voorkomen is er een speciale sponning ingegoten. De temperatuur in de groef kan zo hoog oplopen dat de smeeroilie indikt of zelfs verkoolt, waardoor de veer gaat vastzitten. Compressieverlies en een hoog oliegebruik zijn daarvan het gevolg.



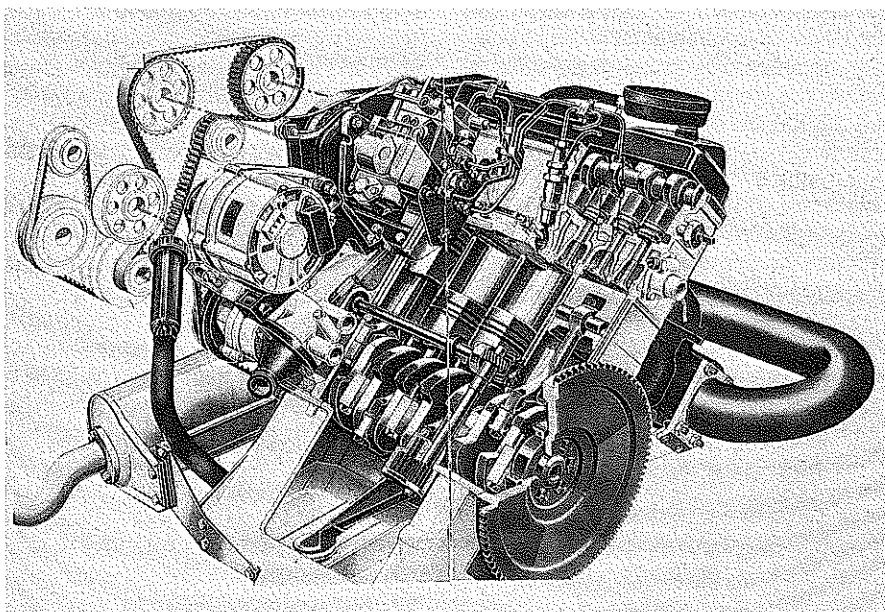
De Audi-vijfcilinder-IDI-diesel is, net als de Mercedes-vijfcilinderdiesel, een buitenbeentje. Op basis van de bekende viercilinder-VW-Golf-diesel, ontstond deze vijfcilinder, met als doel de motor kort te houden, een zescilinder wordt te lang. De motor heeft, zoals de meeste personenautodieselmotoren, een verdelerinspuitpomp die veel weg heeft van een stroomverdeler bij een ottomotor. Een brede tandriem drijft niet alleen de inspuitpomp, maar ook de nokkenas en de hulpas aan.

2.5.1 Olieverversingstermijn

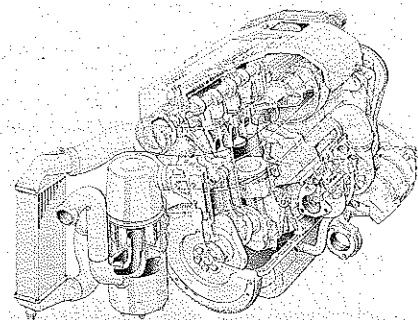
Deze onderlinge verschillen tussen dieselmotoren hebben smeertechnisch gezien grote gevolgen. Motoren met indirecte inspuiting produceren veel

meer roet en vervuilen daardoor de smeeroilie sterker dan direct ingespoten motoren. In de praktijk betekent dat dat de smeeroilie moeite heeft om al het roet zwevend te houden. Het roet maakt de olie steeds "dikker", hetgeen het starten

en het op gang komen van de smering bemoeilijkt. Door het verversen te lang uit te stellen kan al het roet uitzakken, hetgeen de smering in gevaar brengt.



In 1987 kreeg de VW-Transporter deze vernieuwde versie van de bekende VW-IDI-dieselmotor. De wervelkamer is goed te zien met de verstuurver en de gloeibougie, die nodig is om de lucht voor te verwarmen tijdens de koude start. De kleppen staan parallel en raken bijna de zuigerbodem.



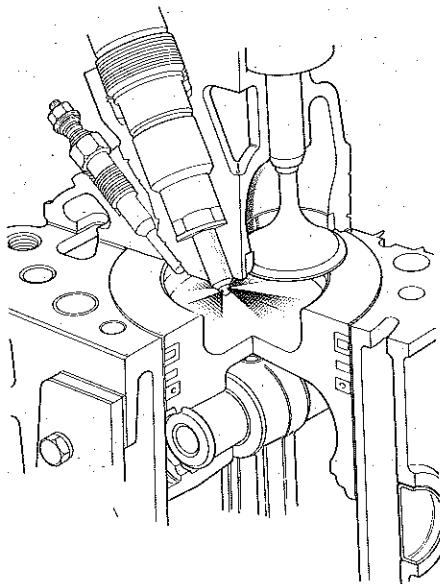
Fiat bracht als eerste een direct ingespoten dieselmotor uit voor personenauto's. Austin Rover volgde direct met de DI Prima motor.

2.5.2 Nokkenasslijtage

Groot risico loopt ook de bovenliggende nokkenas, want de anti-slijtagetoevoeging in de smeeroil wordt ook gebruikt om het roet zwevend te houden. Meer over dit slijtage-vervuilingsprobleem komt in hoofdstuk 6 aan de orde.

2.5.3 Uitlaatgasemissies

Zolang er geen strengere eisen aan de schadelijke emissies van de uitlaatgasen worden gesteld en met name de roetuitwerp - beter gezegd: deeltjesuitwerp - niet aan banden wordt gelegd, is er een markt voor DI-diesels. Fiat is de eerste, die met een DI-motor in een personenauto op de markt is gekomen, direct gevolgd door Austin-Rover. Andere fabrikanten zullen wel snel volgen. Juist de uitwerp van roet en andere vaste stoffen onderscheidt elke dieselmotor van de motoren met vonkontsteking, die ook wel otto-motoren worden genoemd. Rudolf Diesel en Nikolaus Otto waren de pioniers van beide typen motoren, vandaar dat ze naar hen genoemd zijn.



De Croma DI dieselmotor. Onder de verstuiver zit de gloeibougie die alleen bij heel lage temperaturen werkt.

2.5.4 Drukvulling

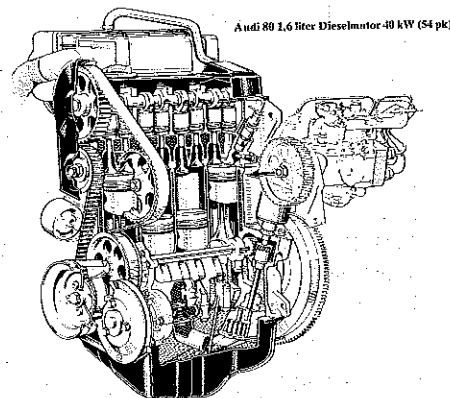
Dieselmotoren zijn zeer geschikt voor alle vormen van drukvulling, vandaar dat bedrijfswagenmotoren vrijwel uitsluitend geleverd worden met een turbo en vaak voorzien zijn van een inlaatlucht-coeler.

Bij een personenauto zijn beide voorzieningen net zo nuttig, maar eigenlijk te kostbaar. De dieselmotor is zelf al duurder in de productie omdat de fabricage hogere nauwkeurigheden vraagt en de inspuitsapparaatuur duur is.

Om uit een bepaalde cilinderinhoud behoorlijk vermogen te halen is een turbo echt wel nodig, anders lukt het niet om voldoende lucht in de motor te krijgen. Een dieselmotor heeft meer lucht nodig om een bepaalde hoeveelheid brandstof te verbranden dan een otto-motor. Dat komt door de manier waarop de verbranding tot stand komt.

2.5.5 Hoge toerentallen

Om toch een flink vermogen uit de dieselmotor te halen moet het toerental hoog zijn. Kleine IDI-dieselmotoren draaien zelfs meer dan 5000 omw/min en dat brengt smeertechnische problemen met zich mee. De kleppen van een dieselmotor moeten snel openen en sluiten anders raken ze in de klepoverlap de zuigerbodem. De klepoverlap is de periode waarin de in- en uitlaatklep(en) tegelijk openstaan. Als ook nog het toerental hoog is, moet de smeeroil van goede kwaliteit zijn om de kleppentrein te kunnen smeren. De olietemperaturen lopen door het hoge toerental hoog op waardoor de kans op een te dunne smeerfilm groot is. Er is daarom een speciale oliekwaliteitsaanduiding ontwikkeld door de Europese automobielconstructeurs voor de snel-draaiende IDI-dieselmotoren. DI-dieselmotoren draaien minder snel en stellen daarom niet zulke hoge eisen aan de smeeroil als IDI-diesels. Als de verversingstermijn lang wordt - 15.000 tot 20.000 km of één jaar - is het raadzaam een topkwaliteit olie te kiezen. Zie hoofdstuk 4.



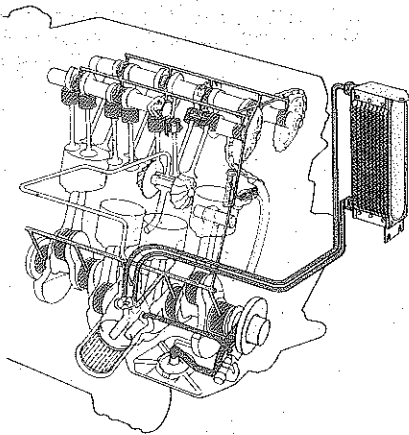
De bekende 1,6 l IDI dieselmotor van Volkswagen/Audi

Literatuuroverzicht

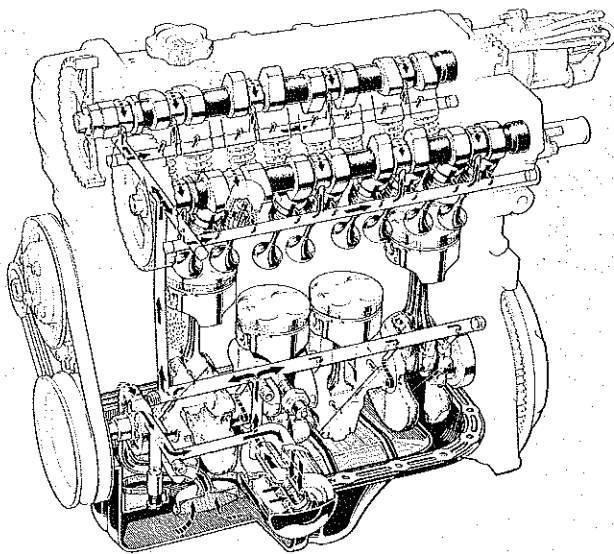
- AMT 43 (1983) 12 Multiklepsmotoren in opmars.
- PT/Werktuigbouw 39 (1984) 2 De multiklepsmotoren.
- AMT 44 (1984) 9 De ontwikkeling van drieklepsmotoren.
- PT/Werktuigbouw 40 (1985) 1 Moderne drie- en vijfklepsmotoren.
- PT/Werktuigbouw 40 (1985) 4 Ontwikkelingen van drieklepsmotoren.
- AMT 45 (1985) 7 Een nieuwe drieklepsmotor.
- AMT 48 (1988) 5 Arm-mengselmotor gaat onzekere toekomst tegemoet.
- AMT 45 (1985) 12 Turbo's: onderhoud en zorgvuldig gebruik verlengen levensduur.
- AMT 48 (1988) 6 Compressor interessant alternatief voor turbo.
- AMT 44 (1984) 7 De keramische motor is er nog lang niet.
- AMT 44 (1984) 8 Kunststof motor een utopie?
- PT/Werktuigbouw 39 (1984) 10 Adiabatistische dieselmotoren komen dichterbij.
- PT/Werktuigbouw 40 (1985) 12 Twee zuigerveren in plaats van drie.
- AMT 48 (1988) 4 Snellopende DI-diesel laat nog op zich wachten.
- AMT 48 (1988) 9 Dus toch: de eerste DI-personenautodiesel is er!

3.4 Het oliecircuut

De olie die in het carter zit, wordt via een zeef aangezogen door de smeerpomp. Deze pomp perst de olie vervolgens naar het oliefilter en vandaar naar de hoofdoliegalerij. Vanuit de hoofdoliegalerij lopen er olieboringen naar de krukashoofdlagers en naar de cilinderkop. Vanuit de hoofdoplagers worden de drijfstaaglagers en soms ook nog de zuigerpenlagers onder druk gesmeerd.



Bij de Saab 9000-motor wordt er een oliekoeler toegepast en een hydraulische spanner voor de nokkenaskeetring. De hydro-stoters worden paarsgewijs van olie voorzien. De olieleiding naar de lagers van de turbo is afgetakt van de hoofdoliegalerij.



Het smeeroliecircuit van deze Suzuki laat duidelijk de weg van de olie zien door de motor. Let op de plaats van de olierpomp voorop de krukas, het vlak daarbij geplaatste overdrukventiel en de manier waarop de olie door het filter stroomt. Uit de drijfstaaglagers wordt olie gespreid op de cilinderwanden. De lange weg die de olie moet afleggen naar de achterste hydrostoters is goed te zien.

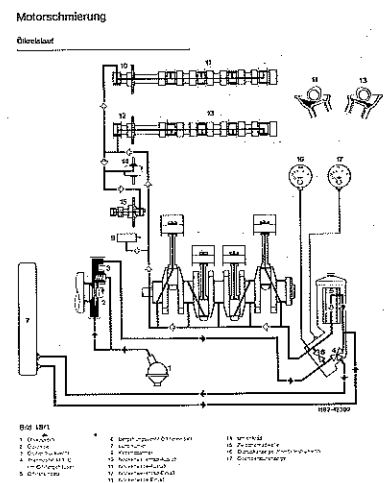
Als de nokkenas in het blok gelagerd is, zijn er smeeroliekanalen aangebracht om de nokkenaslagers te smeren. Hetzelfde is het geval als de nokkenas in de cilinderkop is geplaatst. Alleen zijn dan de kanalen veel langer.

3.4.1 Nokkenassmering

Motoren met een bovenliggende nokkenas zijn moeilijker te smeren dan motoren met stoterstangen en tuimelaars. Dat komt omdat er niet volstaan kan worden met spatsmering, maar er onder druk moet worden gesmeerd. Over de manier waarop de kleppentrein moet worden gesmeerd, lopen de meningen uiteen en het is niet ongevoen als constructeurs de wijze van smeren wijzigen bij een nieuwe motor. Er doen zich twee hoofdproblemen voor. Daarvan is de koude start er één. Zolang de olie koud is, stroomt ze moeilijk en dat betekent dat het een poosje duurt voordat er voldoende olie "boven" is om alle onderdelen goed te smeren. Een aantal constructeurs zorgt ervoor dat de nokken door een oliebad draaien zodat er bij elke start altijd olie aanwezig is tussen de nok en de sleper, tuimelaar of stoter. Als de motor op toeren is, worden de nokken met olie besproeid. Het tweede belangrijke smeertechnische probleem treedt op bij warme motor, dus als de olietemperatuur hoog is. Als de motor dan langzaam stationair

draait, is de oliedruk laag en komt er maar weinig olie bij de kleppentrein terecht. Deze olie is bovendien heet, dus "dun", en dat kan betekenen dat de olielamin te dun is om metaal op metaalcontact te vermijden. Vooral als de olietemperatuur boven de 150°C komt, is het risico van beschadiging van de nokkenas en andere delen van de kleppentrein groot bij een minder goede kwaliteit olie.

Om slijtage onder beide condities te voorkomen, moet de olie speciale chemische additieven bevatten die werkzaam zijn onder de geschetste condities.



Mercedes heeft veel werk gemaakt van het smeercircuit van de 190 E-motor met vierkleppenkop. Een oliebad onder elke nok zorgt ervoor dat er altijd olie aanwezig is zodra de motor start. Zelfs de zuigerpennen worden onder druk gesmeerd en er wordt een thermostatisch geregelde oliekoeler toegepast.

- 1 Olie-aanzuigzeef
- 2 Olierpomp
- 3 Overdrukventiel
- 4 Thermostaat (110 °C)
- 5 Oliefilterelement
- 6 Overdrukklep voor oliefilter
- 7 Oliekoeler
- 9 Nokkenaskeetringspanner
- 10 Uitlaatnokkaaskeetring
- 11 Uitlaatnokkenas
- 12 Inlaatnokkaaskeetring
- 13 Inlaatnokkenas
- 14 Hulpkeetring
- 15 Hulpkeetring
- 16 Oliedrukmeter
- 17 Olietemperatuurmeter

3.4.2 Uniek onderzoek

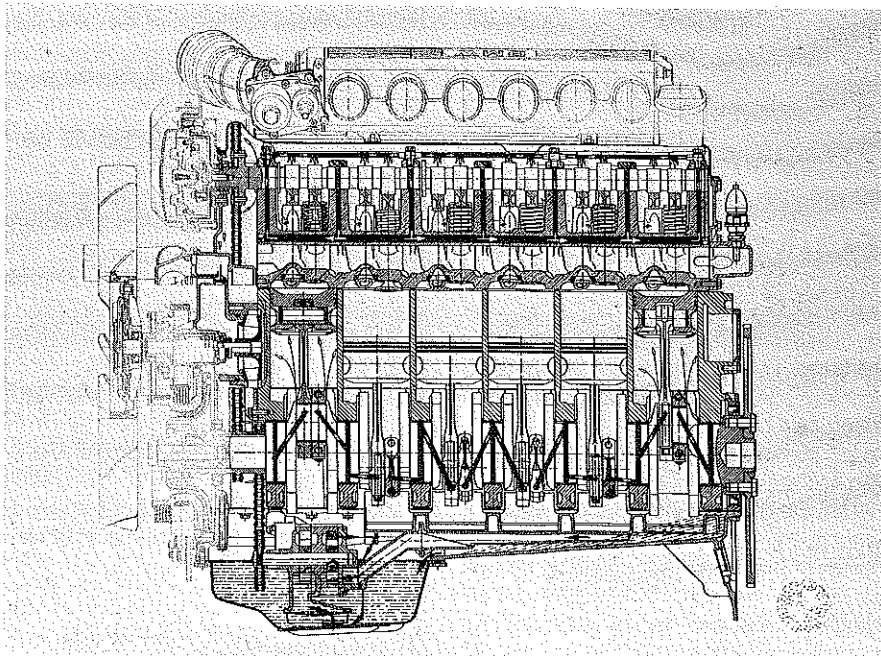
Om te weten wat er nu eigenlijk precies gebeurt met de smering zodra de motor wordt gestart, heeft Castrol een uniek onderzoek verricht. Samen met Rolls-Royce en een atoomonderzoeksinstituut te Harwell in Engeland werd sinds 1978 een aantal motoren "doorgelicht" met behulp van neutronenstraling.

Het interessante van deze techniek is dat de motor geheel standaard kan blijven, terwijl de smeerolie zichtbaar wordt afgebeeld op een T.V. scherm. De resultaten van dit onderzoek zijn verrassend. Zo bleek het veel langer te duren dan verwacht om alle onderdelen van de kleppentrein van olie te voorzien. Er zijn motoren waarbij het zelfs enkele minuten duurt voordat het hele oliecircuut gevuld is en dat nog wel bij kamertemperatuur. Bij moderne motoren zal het ongeveer één minuut duren om de smering van de motor helemaal op gang te krijgen. Bij het onderzoek werd ook nagegaan wat de invloed is van de temperatuur op deze tijd. Daartoe werd een viercilinder motorfietsmotor afgekoeld tot 0°C, -10°C en -20°C. Het bleek dat de tijd die nodig is om het totale circuit met olie te vullen telkens wordt verdubbeld. Dat betekent dat het bij 0°C tweemaal zo lang duurt als bij 20°C, bij -10°C

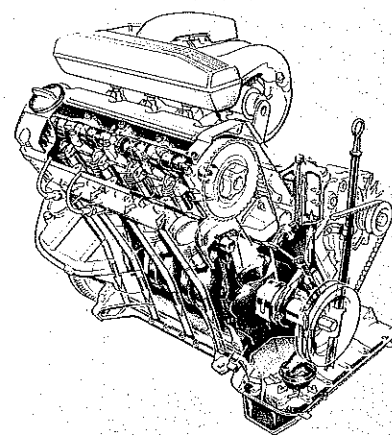
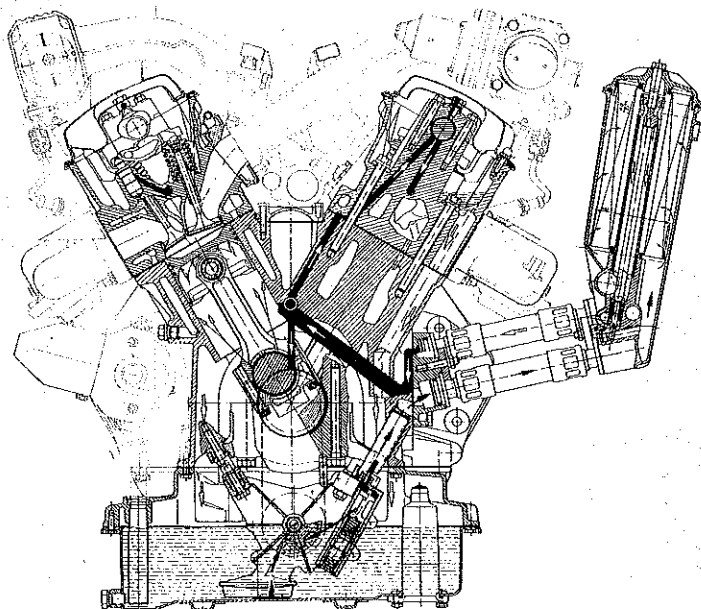
nog eens tweemaal zo lang als bij 0°C, enzovoort.

Olietechnisch gezien is er maar één oplossing te bedenken om het zo lang uitblijven van de smering tegen te gaan:

"dunnere" oliën ontwikkelen. Het is vooral om deze reden dat Castrol de ontwikkeling van oliën, die bij lage temperaturen zeer goed vloeibaar zijn, met kracht ter hand heeft genomen.



Op deze langsdoorsnede van de BMW-V12 is duidelijk te zien dat de smering van de kleppentrein met zorg is uitgevoerd. De nokken op de nokkenas worden met olie besproeid vanuit een olieleiding die er boven langs loopt.



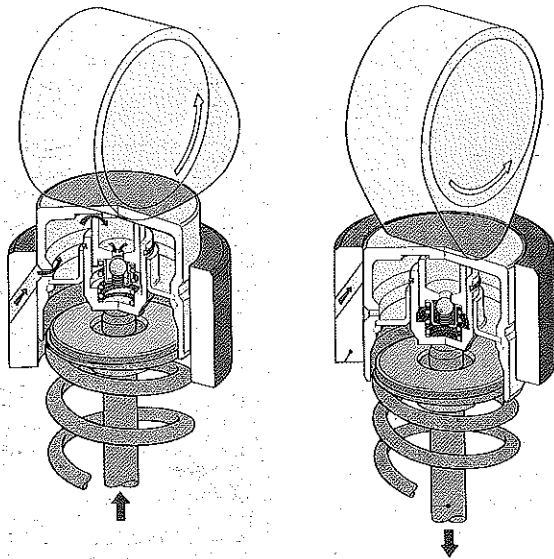
Dat er bij de moderne motoren veel aandacht wordt geschonken aan alle onderdelen van het smeeroliecircuit blijkt uit deze afbeelding van de BMW-V12. Het overdrukventiel heeft een lange plunjer en de olie wordt naar de oliepomp, die laag in het carter is aangebracht, teruggevoerd. Het opvallend grote oliefilter is met korte slangen met het blok verbonden en de gefiltreerde olie wordt via ruime kanalen naar de krukas en de cilinderkoppen gevoerd. De weg van de olie naar de hydro-stelplunjers is lang.

De olie moet vanuit de cilinderkop bij alle standen van de motor goed kunnen teruglopen naar het carter. Bij de nieuwe BMW-motor is aan dit punt veel aandacht geschonken en zijn er maar liefst vier olie-terugloopboringen aangebracht. Bij 80 °C olietemperatuur wordt er bij een toerental van 5500 min⁻¹ 40 l olie per minuut rondgepompt, dat wil zeggen dat de hele carterinhoud in zes seconden door de motor gaat.

Uit het onderzoek met neutronenstraling zijn nog meer zaken duidelijk geworden. Bij een motor bleek dat er heel snel een kwart liter olie in een hoek werd geslingerd en daar bleef zitten. Omdat de nokkenas ketting door deze plons olie liep, verbruikte de motor meer benzine dan nodig. Bovendien stond het oliepeil in bedrijf direct al aan de lage kant, hetgeen op hellingen problemen veroorzaakte omdat de oliepomp lucht aanzooog.

3.4.3 Hydraulische stoters en stelplunjers

Hydraulische stoters en stelplunjers, kortweg hydro-stoters of hydro-stelplunjers genoemd, stellen hun eigen eisen aan de smering. Om te beginnen moet de smeeroilie er zo snel mogelijk zijn om het mechanisme te laten functioneren. De olie mag geen lucht bevatten, want lucht is samendrukbaar zodat de stoter of plunjer korter wordt als de nok de klep wil openen. Het resultaat is hetzelfde als met een te grote klepspeling: er treedt een tikkend geluid op. Als dat tikken lang duurt, kan er schade optreden aan het mechaniek in de hydro-stoter. Ook kan er klepbreuk optreden. De motor zelf zal geen goede prestaties leveren omdat de klep te laat opent en te vroeg sluit.



Hydro-stoters, zoals deze bij Mazda, werken op het principe dat olie vrijwel niet samendrukbaar is. Als de stoter niet meer wordt ingedrukt, zoals in de linkerstand van de nok het geval is, stroomt er olie naar binnen. De oliedruk zorgt ervoor dat het kogeltje van de zitting wordt gedrukt en ook de ruimte die eronder zit, onder druk komt te staan. Alle speling tussen de nok en de stoter en tussen de stoter en de klepsteel wordt weggedrukt. Als de nok de stoter omlaag wil drukken zal na ongeveer 0,1 mm het kogeltje de zitting afsluiten. Daardoor wordt de olie in de ruimte die eronder zit, opgesloten en zal de stoter de klep gaan openen.

Ook corrosie moet worden voorkomen. In koude smeeroilie bevindt zich altijd wat water dat door condenseren binnen in de motor is ontstaan. Tijdens de verbranding wordt er bij elke liter brandstof ook een liter water geproduceerd. Daarvan komt een deel in de vorm van waterdamp langs de zuigers in het carter terecht en in contact met de smeeroilie.

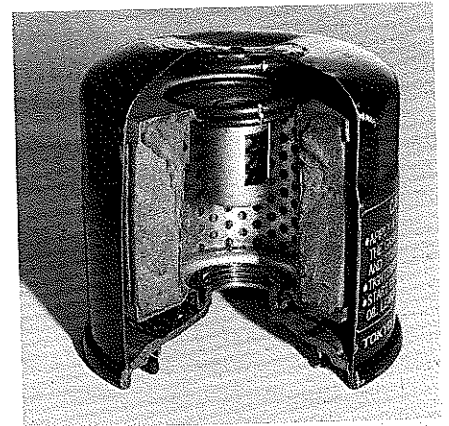
Corrosie is funest voor de goede werking van de zelfstellende stoter of plunjer. Bedenk dat het kleine veertje onder het kogelklepje slechts een zeer geringe kracht heeft en dat de onderdelen zelf slechts ongeveer 0,1 mm ten opzichte van elkaar bewegen. Deze vrije slag is vergelijkbaar met de normale klepspeling.

Ook kan er bij zeer hoge olietemperaturen en een lage oliedruk harsvorming optreden. Deze roodbruine kleverige substantie belemmert de goede werking van de hydro-stoter of stelplunjer, met als gevolg dat er teveel of te weinig speling ontstaat.

3.4.4 Oliefilter

Alle olie in het carter wordt door een oliefilter gepompt dat deeltjes van ongeveer 0,005 mm en groter uit de olie haalt. De kleinere deeltjes doen weinig kwaad in een motor omdat de smeerfilm

meestal dik genoeg is om deze deeltjes te laten passeren. In de olie komt behalve het normale slijpsel ook het nodige stof en vuil terecht. Hoe beter het luchtfilter wordt onderhouden hoe minder stof en vuil hun weg vinden via de zuigerveren naar het carter. Een motor verpompt zulke enorme hoeveelheden lucht dat er altijd enig vuil in de olie terecht komt. Dit vuil bevat zand en dat heeft een sterk schurende werking. Het oliefilterhuis is voorzien van een overdrukklep die bij een verstopt filter opent en ervoor zorgt dat er toch olie naar de motor gaat. Als de olie te "dik" is bij koude motor, kan het ook voorkomen dat de overdrukklep opent: er gaat dan ongefilterde, dus vuile, olie naar de motor. Vooral de krukaslagers hebben daar van te lijden omdat deze als eerste worden gesmeerd. Ook de zuigers tonen de sporen van het vuil, er zitten dan groeven in in de lengterichting.



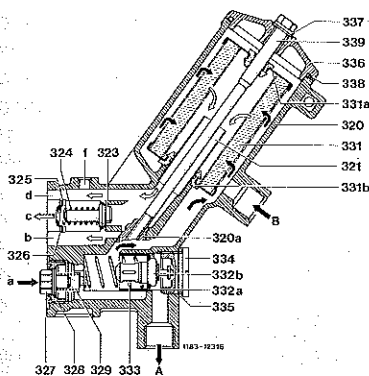
Hoe ingewikkeld een modern oliefilter-element in elkaar zit, toont deze foto van een opengezaagd exemplaar. Het onderdeel dat in het midden hangt, is het overdrukklepje dat opent zodra de olie teveel weerstand ondervindt bij het stromen door het filter.

3.4.5 Overdrukventiel

Om te voorkomen dat de druk in het oliecircuut te hoog oploopt, is er kort na de oliepomp een overdrukventiel aangebracht. Bij koude motor, dus als de smeeroilie "dik" is, opent de klep bij een druk van ongeveer 4 bar. De olie kan dan terugstromen in het carter of wordt teruggevoerd naar de zuigzijde van de pomp. Er wordt ten onrechte wel eens gedacht dat flink gasgeven bij koude motor de olie sneller zal doen rondpompen. Dat is niet waar, want de weerstand in de leidingen van het oliecircuut wordt dan zo groot dat het overdrukventiel maximaal openstaat. Soms wordt getracht de oliedruk op te voeren door het veertje in het overdruk-

ventiel stugger te maken. Alleen bij koude motor loopt dan de druk op, bij warme motor verandert er niets. De oliepomp en de aandrijving ervan worden echter zwaarder belast bij koude motor en dat kan tot vroegtijdige slijtage leiden.

De beste methode om zo snel mogelijk de smering op gang te brengen na de koude start is een "dunne" olie te gebruiken. Als bij warme motor de oliedruk te laag is, kan dat door slijtage komen of doordat de olie te "dun" is.

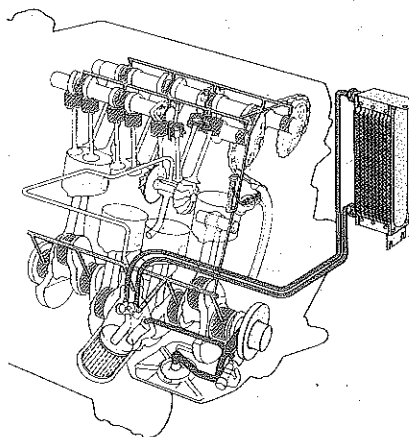


In het oliefilterhuis van de Mercedes-190 E met vierkleppenkop zijn enkele belangrijke onderdelen van het systeem samengebracht. Niet te zien is een oliepeilzender die het oliepeil in het carter continu weergeeft zodra de olie boven de 60 °C is gekomen.

- 320 Oliefilterhuis
- 321 Standpijp
- 323* Conische klep
- 324* Drukveer
- 325* Veerschotel
- 326* Borgplaatje
- 327** Conische klep
- 328** Klepzitting
- 329** Drukveer
- 331 Filterelement
- 331a en b Afdichtrubber
- 332a Schuif
- 332b Thermostaat
- 333 Drukveer
- 334 Dop
- 335 Afdichtring
- 336 Deksel
- 337 Afdichtring
- 338 O-ring
- 339 Centrale bout
- A naar oliekoeler
- B van oliekoeler
- a van oliepomp
- b naar carter
- c ongefiltreerde olie naar hoofdoliekanaal
- d gefiltreerde olie naar hoofdoliekanaal
- f oliedrukaansluiting
- * filteroverdrukklep
- ** terugslagklep

3.4.6 Oliekoelers

Bij motoren met een hoog vermogen, die worden gebruikt op korte afstanden, kan het raadzaam zijn een oliekoeler toe te passen. Er kan dan worden volstaan met een kleine oliehoeveelheid in het carter die op korte ritten snel wordt opgewarmd, terwijl oververhitting van de olie wordt voorkomen doordat de olie door de oliekoeler wordt gekoeld. Uiteraard moet er dan een thermostaat zijn ingebouwd net als bij het koelwatercircuit, anders duurt het opwarmen van de olie veel te lang. Enkele fabrikanten passen een warmtewisselaar toe, dat wil zeggen dat het koelwatercircuit en het smeeroeliecircuit warmte aan elkaar overdragen. Op korte ritten warmt het koelwater de smeeroilie op, bij hoge toerentallen en belastingen staat de smeeroilie warmte af aan het koelwater. Het resultaat is een gelijkmatige olietemperaatuur die snel wordt bereikt.



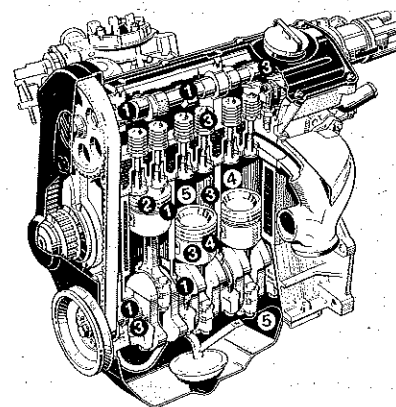
Bij de Saab 9000-motor wordt er een oliekoeler toegepast en een hydraulische spanner voor de nokkenas ketting. De hydro-stoters worden paarsgewijs van olie voorzien. De olieleiding naar de lagers van de turbo is afgetakt van de hoofdoliegalerij.

Als zo'n warmtewisselaar in het motorblok wordt aangebracht zijn er geen uitwendige slangen of leidingen nodig. Ook het oliefilterhuis kan dienst doen als warmtewisselaar als er een koelwaterleiding in of omheen wordt aangebracht.

Literatuuroverzicht
AMT 47 (1987) 10 AMT - oliefiltertest.
Veel variatie in kwaliteit oliefilters.

4 Het olieschoolrapport

De twee hoofdtaken die de smeeroilie moet verrichten zijn: smeren en koelen. Aanvullend zijn er nog vele andere taken die volbracht moeten worden en dat stelt hoge eisen aan de samenstelling van de olie. Sinds 1980 is er een stormachtige ontwikkeling aan de gang die



Motorolie heeft meerdere belangrijke taken. Het hoofddoel is uiteraard het smeren van de glijvlakken en de lagers (1). Belangrijk is echter ook het "loshouden" van de zuigerveren (2). Daarnaast moet de olie onvermijdelijke wrijvingswarmte afvoeren (3), evenals verbrandingswarmte (4). Tenslotte is het noodzakelijk de verontreinigingen weg te spoelen (5). Dat daarnaast olie in het algemeen een zeer voortreffelijke corrosiebescherming biedt, is vanzelfsprekend.

OLIE-SCHOOLRAPPORT

- SMEREN
- KOELEN
- OLIEKEERRINGEN SOEPEL HOUDEN
- DEELTJES ZWEVEND HOUDEN
- REINIGEN
- SLIJTAGE VOORKOMEN
- OLIE-OXYDATIE VOORKOMEN
- VISCOSITEITSINDEX VERBETEREN
- ROEST & CORROSIE VOORKOMEN
- SCHUIMVORMING TEGENGAAN
- WRIJVING VERMINDEREN
- STOLPUNT VERLAGEN
- ASAFZETTING TEGENGAAN
- (VERSNELLINGSBAK SMEREN)
- GELUIDDEMPEN
- KLEVEN
- AFDICHTEN

Een overzicht van alle eisen waaraan motorolie moet voldoen is weergegeven in dit olie-schoolrapport. Oliën die aan alle eisen voldoen krijgen een bepaalde kwaliteitsaanduiding, specificatie genoemd. Of de olie slaagt met de "hakken over de sloot" of met "hoogste lof" blijkt alleen maar in de praktijk.

voorlopig nog niet geluwd is. Vele instanties die de kwaliteitseisen van motorolie voorschrijven, hebben deze ontwikkeling niet kunnen bijhouden, hetgeen voor enkele automobiefabrikanten aanleiding is geweest om met eigen voorschriften te komen. Om duidelijk te maken aan welke eisen een motorolie moet voldoen is een olieschoolrapport opgesteld. Het zal duidelijk zijn dat er oliën zijn die het goed en minder goed "doen", daarom bestaan er "examens" in de vorm van smeeroliespecificaties. Pas als aan deze specificaties is voldaan, krijgt de oliefabrikant het recht bepaalde aanduidingen op de verpakking te vermelden.

4.1 Oliespecificaties

Voor het behalen van de gewenste oliespecificaties zijn er twee mogelijkheden: óf de olie wordt daadwerkelijk op alle punten getest óf de olie wordt niet getest en krijgt toch de benodigde specificaties. Een nadere toelichting: motorolie bestaat uit één of meer basisoliën en een hoeveelheid additieven - ook wel dopes of toevoegingen genoemd. Deze additieven worden door een gering aantal chemische bedrijven gefabriceerd, de basisoliën worden door de oliemaatschappijen geleverd. Omdat de additievenleveranciers hun produkten uitvoerig testen kunnen de oliemaatschappijen veel werk aan hen overlaten en daardoor de ontwikkelingskosten van een olie verlagen.

Tussen de gerenommeerde oliemaatschappijen en de additievenleveranciers bestaat een nauwe band. Als er een nieuw ontwikkelde olie op de markt komt, zal deze ongetwijfeld voldoende hebben gehaald op alle onderdelen van het schoolrapport en dus ook voldoen aan het "examen" dat hoort bij het verkrijgen van de specificaties. Met welke cijfers de olie is geslaagd en hoe vaak een bepaald onderdeel is "overgedaan", wordt echter niet bekend gemaakt.

Hoe het ook zij, olie van een gerenommeerde fabrikant is ongetwijfeld getest en zal daardoor betrouwbaar zijn. Het behalen van een specificatie is echter nog helemaal geen garantie dat de olie ook in de praktijk zal voldoen. Specificaties geven de *minimale* zekerheid dat een olie aan bepaalde eisen voldoet. Voor het verkrijgen van een complete specificatie moeten er 27 testen worden afgelegd. Sommige van deze testen kosten meer dan f100.000, zodat de totale kosten zeer hoog liggen. Geheel anders is de situatie met oliën

die zonder het doen van de zeer kostbare testen toch een bepaalde specificatie krijgen. Een van de manieren waarop dat gebeurt is, dat een van een oliemaatschappij betrokken basisolie wordt gemengd met bepaalde toevoegingen die volgens een additievenleverancier voldoen aan de gewenste specificatie-eisen. Deze methode is veel goedkoper, maar mist de zekerheid van de gerenommeerde produkten.

4.2 Oliespecialisten

Als de oliefabrikant zelf bepaalde olie-toevoegingen ontwikkelt als aanvulling op of vervanging van de additieven die de chemische industrie levert, is er sprake van een oliespecialist.

De aldus geformuleerde oliën worden uiteraard uitvoerig getest in het eigen laboratorium en vervolgens in een grote verscheidenheid van testapparaten en motoren daadwerkelijk beproefd. Op deze manier ontstaat er een grote mate van onafhankelijkheid en kunnen de beste componenten tot een topproduct worden verenigd. Het inspelen op nieuwe ontwikkelingen gaat dankzij deze methode van werken veel sneller omdat er niet gewacht hoeft te worden op een bepaalde additievenleverancier of specificatie.

Castrol behoort tot deze exclusieve groep oliespecialisten.

4.3 Smeren

Het eerste punt van het smeerolieschoolrapport is: smeren. Olie moet smeren om te voorkomen dat over elkaar glijdende oppervlakken contact met elkaar maken. Zolang er een oliëfilm aanwezig is die "dik" genoeg is, zullen de verschillende onderdelen zonder slijtage over elkaar kunnen glijden. Omdat elk oppervlak een bepaalde ruwheid heeft, is het nodig dat olie de ruimte tussen de bergen en dalen opvult. De situatie is gelijk aan het varen met een houten boot boven een koraalrif. Zolang er nog genoeg water tussen de bodem van de boot en het rif zit, glijdt de boot over de scherpe toppen heen. Iets te weinig water en het koraal trekt de krullen van de bodem.

Er zijn namen bedacht voor deze beide situaties: volle filmsmering en grensmmering. Bij volle filmsmering, ook wel hydrodynamische smering genoemd, is er zoveel olie tussen de oppervlakken dat deze elkaar niet raken. Er wordt van grensmmering of gemengde wrijving gesproken als de oliëfilm zo dun is dat er sprake is van een beginnend contact

tussen de oppervlakken.

In een motor mag nooit droge wrijving optreden, dat wil zeggen de smeersituatie vrijwel of geheel zonder olie. De slijtage is dan immers zo groot dat de motor snel geschikt is voor een revisie of vervanging.

4.3.1 Viscositeit

Tot zover is steeds gesproken over "dik" of "dun", maar dat is niet nauwkeurig genoeg. De officiële term om de vloeibaarheid aan te geven is: viscositeit. Viscositeit is het best te omschrijven met het woord: taai-vloeibaarheid ofwel de mate van weerstand tegen stromen. Een voorbeeld maakt dit duidelijk. Vloeibare honing en keukenstroop laten zich even dik op het brood smeren, maar het uitsmeren gaat bij de honing veel gemakkelijker dan bij de stroop. Honing is minder visceus, stroop is meer visceus of anders gezegd: honing heeft een lage viscositeit, stroop een hoge viscositeit.

De viscositeit van olie hangt sterk af van de temperatuur. Hoe warmer de olie wordt, des te gemakkelijker stroomt het ofwel des te lager is de viscositeit.

Omdat een motor niet gestart kan worden als de olieviscositeit te hoog is, moet er bij bepaalde temperaturen een maximum waarde worden opgegeven. Als de olie warm is, mag de viscositeit niet te laag zijn anders treedt er grensmmering op, en moet er dus een minimumwaarde worden opgegeven.

4.3.2 SAE klassenindeling

Omdat de moderne motoren met kleine spelingen in elkaar zitten en het hele jaar door onder alle weersomstandigheden worden gebruikt, wordt er een olie verlangd die 's zomers en 's winters in de motor kan blijven zitten. In de V.S. heeft de Society of Automotive Engineers - de Vereniging van Automobiltechnici eisen opgesteld waaraan de viscositeit van een motorolie moet voldoen.

Oliën die bij lage temperaturen zijn getest krijgen een getal met daarachter een W van winter. Oliën die bij 100°C gemeten zijn, krijgen alleen maar een getal. Vooraf aan deze getallen gaan de letters SAE. Zo ontstaan viscositeitsaanduidingen als SAE 20W-20, hetgeen betekent dat de olie in de klasse 20 valt, zowel als winter- als zomerolie.

Sinds december 1983 zijn de eisen die aan winteroliën worden gesteld aanzienlijk verscherpt. De oliën moeten nu worden getest op hun viscositeit bij lage temperaturen in een apparaat dat de

SAE Viscosity Grade	Viscosity (cP) at Temperature (°C)	Reference Viscosity (cP) at 100°C	SAE Viscosity Grade at 100°C
60	3500 at -30	11	SAE 60
70	3000 at -30	10	SAE 70
80	2500 at -30	9	SAE 80
90	2000 at -30	8	SAE 90
100	1500 at -30	7	SAE 100
150	1000 at -30	6	SAE 150
200	700 at -30	5	SAE 200
300	500 at -30	4	SAE 300
400	350 at -30	3	SAE 400
500	250 at -30	2	SAE 500
600	180 at -30	1	SAE 600

SAE voorschriften voor de viscositeitsklassificatie van motoroliën zijn sinds december 1983 zeer streng voor de oliën met W aanduiding. Bij 100°C worden de oliën nog steeds volgens oude meetmethoden beproefd, hetgeen de Europese automobielconstructeurs deed besluiten om in 1985 met eigen CCMC voorschriften te komen. Daarbij worden oliën getest bij 150°C en onderzocht op hun gevoeligheid voor tijdelijk en blijvend viscositeitsverlies.

omstandigheden in een startende motor nabootst. De weerstand van de olie wordt tijdens het ronddraaien van een metalen schijf gemeten. Deze schijf past vrij nauwkeurig in een met olie gevuld bakje en bootst de smeersituatie in een krukaslager na.

Bij de voor ons klimaat belangrijke winter viscositeiten 5W, 10W en 15W is de weerstand bij het starten gelijk bij respectievelijk -25°C, -20°C en -15°C. Daaruit blijkt dat hoe lager het getal vóór de W is, des te gemakkelijker de motor zal ronddraaien bij het starten. Maar er is meer. Het is ook nodig dat de olie blijft stromen als het iets kouder is dan de genoemde temperaturen. Als een motor sterk afkoelt, bijvoorbeeld op een plaats waar het waait terwijl het flink vriest, dan zal de olie die tegen de buitenkant van de carterpan zit, snel in temperatuur dalen. De olie in het midden van de carterpan koelt veel langzamer af. Het kan gebeuren dat de snel afgekoelde olie verandert in een vetmassa zodat de motor bij de eerstvolgende start slechts korte tijd vloeibare olie krijgt toegevoerd. Na enkele minuten draaien loopt de motor vast door gebrek aan smering. Om deze situatie te voorkomen heeft de SAE bepaald dat oliën zich nog goed moeten laten verpompen bij een temperatuur die nog eens 5°C lager ligt dan die waarbij de viscositeit wordt gemeten. Van de strenge winters in Nederland van 1985 en 1986 hebben veel automobilisten geleerd dat startproblemen worden vermeden als de olie maar "dun" genoeg is. Een SAE 10W olie wordt door vele automobiefabrikanten aanbevo-

len, ook al omdat daarmee de smering zelf veel sneller op gang komt zodra de motor eenmaal draait.

Over de SAE viscositeitsindeling bij 100°C wordt straks iets gezegd als het gaat over het smeren van een motor bij hoge temperaturen.

4.3.3 Mono- en multigrade oliën

In het voorbeeld over de SAE klassenindeling is een SAE 20W-20 olie genoemd. Dit is een zogenaamde mono- of singlegrade olie omdat de olie zowel bij lage als bij hoge temperaturen in dezelfde SAE klasse valt. Tot het begin van de zeventiger jaren werden SAE 20W-20 oliën gebruikt als winteroliën, in de zomer werd er een SAE 30 olie gebruikt. Dit wisselen van zomer- en winterolie had ook te maken met de verversingstermijn die toentertijd rond de 5000 km lag.

De oliëfabrikanten ontwikkelden stapje

voor stapje oliën die 's winters "dun" waren en 's zomers "dik" bleven. Zo ontstonden SAE 20W-30 en SAE 20W-40 oliën die de naam multigrade olie kregen omdat de viscositeit bij hoge temperatuur in een andere klasse valt dan die bij lage temperatuur.

Een SAE XW-Y olie is een olie die volgens de SAE klasse-indeling bij lage temperatuur een viscositeit heeft die in de klasse X valt en bij 100°C in de klasse Y thuishoort.

Sinds het begin van de tachtiger jaren hebben de multigrade oliën volledig de monogrades vervangen. Samen met de steeds verder verlengde verversingstermijn heeft dat geleid tot oliën die het hele jaar door kunnen worden gebruikt bij zeer uiteenlopende temperaturen.

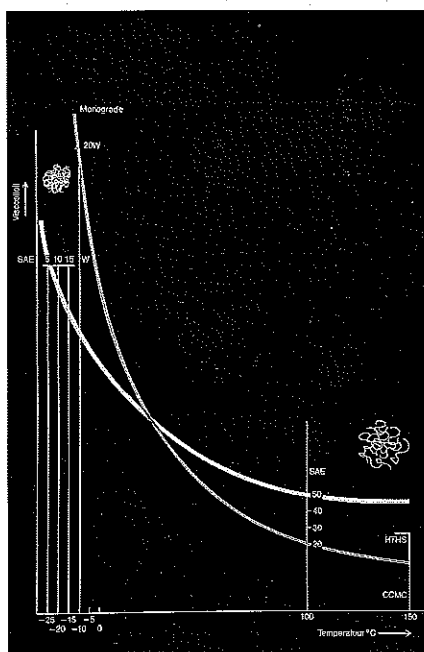
4.3.4 Viscositeitsindex-verbeteraars

Om aan te geven in welke mate een bepaalde olie van viscositeit verandert, afhankelijk van de temperatuur, is het begrip viscositeitsindex ingevoerd. De viscositeitsindex wordt in een getal uitgedrukt. Hoe hoger het getal des te minder wijzigt zich de viscositeit met de temperatuur. Monograde oliën hebben een lage viscositeitsindex, multigrade oliën een hoge.

Om multigrade oliën te maken gebruikt de oliëfabrikant een dunne basisolie, bijvoorbeeld een SAE 10W olie. In deze olie worden stoffen opgelost die bestaan uit zeer lange moleculen, polymeren geheten. Deze spaghetti-achtige slierten hebben de interessante eigenschap zich tot een kluit op te rollen als de olie koud is en zich als een vlechtwerk door de olie te verdelen als deze warm is.

De viscositeit van de koude olie wordt slechts weinig beïnvloed door deze opgerolde polymeren, bij hogere temperaturen is de invloed op de viscositeit zeer groot. Zo is het mogelijk om een SAE 10W basisolie in de SAE klasse 40 te laten vallen, dank zij een bepaalde hoeveelheid van deze polymeren.

Omdat ze de viscositeitsindex verhogen hebben deze lange moleculen de naam viscositeitsindexverbeteraar gekregen. Een tweede nuttige eigenschap van deze polymeren is sinds enkele jaren vastgesteld en wel dat ze de olie die tussen de slierten zit kortstondig kunnen "opsluiten". Dat betekent dat de olie niet zo snel zal wegstromen zodra er een hoge druk op wordt uitgeoefend. Vooral voor de kruk- en drijfstaagelagers is dat heel belangrijk, want tijdens de verbranding en bij hoge toerentallen zijn de belastingen kortstondig zeer hoog.



Omdat een monograde olie bij koude motor te "dik" of bij warme motor de "dun" is, zijn er multigrade oliën ontwikkeld. Als de basisolie niet zelf een voldoende hoge viscositeitsindex heeft, kunnen er lange moleculen - polymeren genoemd - aan worden toegevoegd. Deze spaghetti-achtige slierten rollen zich op als de olie koud is en vormen een soort vlechtwerk als de olie warm is. De nieuwste synthetische multigrade olie van Castrol - Formula RS 5W-50 - maakt een koude start bij -25°C mogelijk en heeft bij 150°C in het carter een veel hogere viscositeit dan onder de CCMC testcondities is voorgeschreven.

4.3.5 Blijvend en tijdelijk viscositeitsverlies

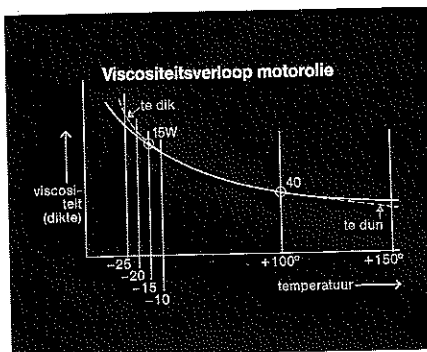
Er zijn echter nooit voordelen zonder nadelen. De nuttige polymeren hebben twee nadelen: ze worden ingekort en ze gaan naast elkaar liggen. Het inkorten gebeurt als zo'n lang molecuul "klem" komt te zitten, er gaat dan een klein of groot stuk vanaf. Overal in de motor zijn zulke plaatsen waar dat kan gebeuren te vinden, bijvoorbeeld bij het in- en uitstromen van de krukas- en drijfstaaglers. Het gevolg van het korter worden van de viscositeitsindexverbeteraar is een daling van de olieviscositeit bij warme motor. De kortere slierten lijken dan immers meer op vermicelli dan op spaghetti met als gevolg dat een SAE 10W-40 olie verandert in een SAE 10W-30 olie. Er is hierbij sprake van een blijvend viscositeitsverlies, hetgeen volstrekt ongewenst is omdat het risico van metaal op metaal contact groter wordt naarmate de viscositeit bij warme motor afneemt.

Het tweede nadeel - het naast elkaar gaan liggen - is pas enkele jaren geleden onderkend. Het is gebleken dat deze lange moleculen, in een olielamin die tussen twee snel langs elkaar glijdende oppervlakken zit, de neiging hebben naast elkaar te gaan liggen. Door het naast elkaar in plaats van over elkaar liggen neemt de viscositeit sterk af en kan zelfs een waarde bereiken die vrijwel gelijk is aan die van de basisolie. Omdat dit verschijnsel optreedt bij hoge toerentallen is het extra gevaarlijk voor de olielamin, vooral als de olietemperatuur hoog is. Zodra de polymeren tussen de over elkaar glijdende oppervlakken uit zijn, herstelt zich de normale vlechtwerksituatie en wordt de viscositeit van de olie weer verhoogd. Daarom heet dit verschijnsel tijdelijk viscositeitsverlies.

4.3.6 Viscositeit bij hoge temperaturen

Veel gevallen van lagerschade, sterke zuiger- en kleppentrenslijtage kunnen nu worden verklaard dank zij het bekend worden van het verschijnsel van het tijdelijke viscositeitsverlies. Bij hoge olietemperatuur en hoge toerentallen bleek een SAE 10W-40 olie onder deze omstandigheden helemaal geen SAE 40 te zijn, maar misschien net een viscositeit van een SAE 20 olie te hebben. De smeerfilm is dan veel te dun hetgeen de genoemde motorschaden verklaart. Dit is de reden waarom de automobielconstructeurs van de Europese gemeenschap, verenigd in de CCMC, vanaf oktober 1985 besloten hebben de

olieviscositeit niet meer bij 100°C te meten, maar bij 150°C. Bovendien gebeurt dat meten in een testapparaat dat de omstandigheden waaronder tijdelijk viscositeitsverlies optreedt in de motor nauwkeurig nabootst. Om ervoor te zorgen dat de smeerfilmdikte onder



Hoewel een olie kan voldoen aan bijvoorbeeld de SAE 15W-40 klassenindeling blijven er een aantal zaken onduidelijk. Wat gebeurt er als de olie kouder wordt dan de -15°C waarbij de SAE viscositeitsterm plaatsvindt? Als de viscositeit sterk toeneemt, loopt de smering gevaar. En is er zekerheid dat een olie die bij 100°C volgens de SAE-testmethode een klasse 40 heeft, bij 150°C nog wel voldoende viscositeit heeft om slijtage te voorkomen? De meting bij 100°C is onaanvaardbaar voor de Europese motorconstructeurs.

Oorzaken hogere temperaturen

- Carterinhoud blijft klein
- Grotere vermogens
- Benzine-inspuiting
- Drukvlulling
- Hogere toerentallen
- Ingewikkelder constructies
- Lager brandstofverbruik
- Minder koeling
- Verdwijnen van lood
- LPG brandstof

Voor de hoge olietemperaturen onder Europese conditie, zijn een aantal redenen te vinden die niet alleen te maken hebben met hard rijden. Het steeds zinniger worden van de motoren dankzij benzine-inspuiting en ingewikkelder constructies heeft ook hogere olietemperaturen tot gevolg.

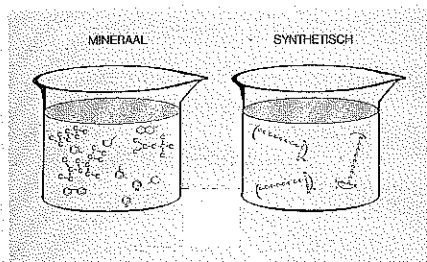
deze omstandigheden van hoge temperatuur en hoge glijnsnelheid niet te klein wordt, is er een minimale waarde voorgeschreven.

De SAE schrijft voor dat de olie in elke klasse bij 100°C binnen bepaalde viscositeitsgrenzen moet liggen. Bij meting van de viscositeit stroomt de olie met lage snelheid door een meetbuis, en dat zijn heel andere omstandigheden dan die van de CCMC-test. De SAE meet de viscositeit van de olie die vanuit de cilinderkop terugstroomt naar de motor, de CCMC bepaalt de viscositeit van de olie die tussen de zuiger en de cilinderwand, tussen de nok en de stoter, tussen het drijfstaaglager en de kruktaap zit. De CCMC meting vindt plaats onder omstandigheden van hoge temperatuur en hoge afschuiving, in het Engels "shear" genoemd. De afkorting van deze testcondities is dan ook HTHS - High Temperature High Shear. Daar komt nog een belangrijk punt bij. Anders dan bij de SAE viscositeitsmeting, bepaalt de CCMC de HTHS viscositeit ook nog nadat de olie door een testapparaat is gepompt dat het blijvend viscositeitsverlies nabootst. De viscositeitsindexverbeteraar wordt zodanig beproefd alsof de olie ongeveer 15.000 km in een sneldraaiende motor heeft gezeten. Zijn de polymeren van slechte kwaliteit dan worden ze tijdens deze test aanzienlijk korter en komt er van een goed HTHS resultaat niets terecht. De ingekorte polymeren zullen nog gemakkelijker naast elkaar gaan liggen, waardoor de viscositeit bij een hoge glijnsnelheid en hoge temperatuur te laag wordt.

4.3.7 Basisoliën

Uit het verhaal over de viscositeitsindexverbeteraars zal duidelijk zijn geworden dat deze polymeren van zeer goede kwaliteit moeten zijn om in een hoogbelaste motor goed te kunnen functioneren. Het idee om met een goedkope basisolie een multigrade olie te maken is verkeerd, omdat de kans op het optreden van blijvend en tijdelijk viscositeitsverlies te groot is.

Daar komt nog een vervuilingprobleem en een verdampingsprobleem bij. De gesloten carterventilatiesystemen zorgen ervoor dat de schadelijke gassen vanuit het carter naar de verbrandingskamer worden gevoerd om daar te worden verbrand. Met deze gassen komt er altijd wat smeerolie mee en deze olie komt in het inlaatsysteem, op de inlaatkleppen en op de zuigers terecht. De lange moleculen van de viscositeitsindexverbeteraar kunnen voor vervuiling



Het grote verschil tussen een gewone minerale olie en een synthetisch produkt is de wijze waarop de moleculen zijn samengesteld: ongeordend bij een minerale olie, geordend bij een synthetische olie. Hydro-crack oliën vormen een aparte groep die verwand is aan de minerale olie.

van het inlaatsysteem en de bovenste zuigerveergroef zorgen.

Als de basisolie een lage viscositeit heeft, is het risico groot dat zo'n olie verdampst zodra de temperatuur ervan hoog wordt. Het gevolg is een hoog olie-verbruik en een vervuiling op die plaatsen waar de verdamping optreedt, bijvoorbeeld op de klepstelen en in de zuigerveergroeven. De resterende ingedikte olie kan voor start- en smeerproblemen zorgen.

De oliemaatschappijen hebben er daarom voor gezorgd dat de viscositeitsindex van de basisolie enorm is toegenomen zodat er zeer weinig viscositeitsindexverbeteraar hoeft te worden gebruikt. Motorolie wordt gemaakt door de ruwe olie die uit de grond komt, te verhitten en de vrijgekomen dampen af te koelen. Daarbij ontstaan er eerst gasen zoals butaan en propaan, daarna lichte vloeistoffen zoals benzine en petroleum en daarna wat zwaardere produkten zoals huisbrandolie en dieselolie. Als al deze produkten uit de ruwe olie zijn gedestilleerd, komen er smeeroïlen vrij die een grote variatie aan samenstelling vertonen.

Sinds ongeveer 1935 worden op deze manier minerale basisoliën gemaakt, maar deze basisoliën zijn niet meer geschikt om moderne multigrade oliën mee te maken. Dank zij het verfijnen van de raffinagetechnieken zijn er minerale basisoliën ontstaan die een hoge viscositeitsindex hebben. Toch willen de oliemaatschappijen nog betere basisoliën waarvan men allerlei eigenschappen zelf kan bepalen. Zo ontstonden synthetische basisoliën die verkregen worden door kleine moleculen samen te voegen tot grote. Dit samenstellen wordt synthese genoemd, vandaar de naam syn-

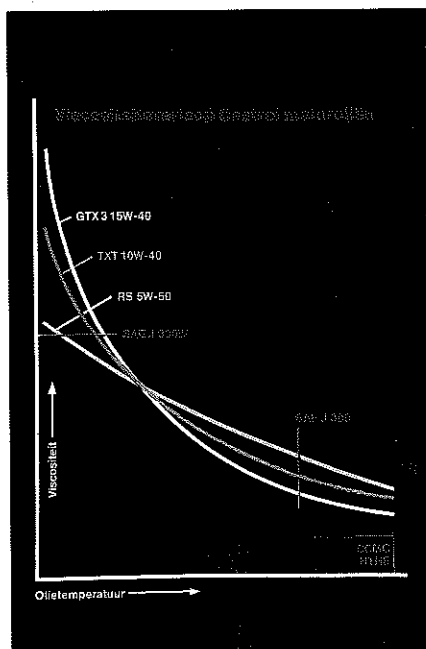
thetische oliën, of synthetische koolwaterstoffen.

Heel bijzondere synthetische oliën ontstaan als er aan de moleculen wordt gekoppeld. Op deze wijze kunnen plantaardige oliën zoals ricinusolie worden nagemaakt. Deze synthetische oliën hebben een buitengewoon sterke smeefilm en een hoge viscositeitsindex.

Er zijn verschillende typen synthetische oliën met uiteenlopende eigenschappen en de oliemaatschappij kan kiezen welke eigenschap ze belangrijk vindt. Niets is echter volmaakt, zelfs synthetische oliën hebben nadelen, al is het alleen maar de prijs. Er moeten in de basisolie vele additieven worden opgelost en deze toevoegingen vormen samen met de basisolie de motorolie die we gebruiken. Het is deze combinatie van basisolie en additieven die bepaalt of een smeerolie goed, middelmatig of slecht is.

De oliëfabrikant die aan een dure synthetische basisolie een goedkoop additievenpakket toevoegt, is merkwaardig bezig. Gerenommeerde firma's zullen duur met duur combineren om een top-
produkt te verkrijgen.

Heel vaak worden er twee basisoliën gebruikt, een "dunne" en een "dikke".



De drie topmotoroliën van Castrol vertonen interessante verschillen wat het viscositeitsverloop betreft. Bij 5 °C is de viscositeit van deze oliën ongeveer gelijk, bij lage temperaturen heeft de RS de laagste viscositeit, bij hogere temperaturen heeft RS juist de hoogste viscositeit. Dat betekent dat deze volledig synthetische olie de hoogste viscositeitsindex heeft van de drie.

De "dunne" basisolie is dan synthetisch omdat deze olie niet snel verdampst en een lage viscositeit heeft bij lage temperaturen. De "dikke" basisolie kan dan een goedkopere minerale olie zijn die bovendien geschikt is om alle additieven in op te lossen. Dit type olie wordt halfsynthetisch genoemd, al betekent die naam niet dat precies de helft van de olie synthetisch is.

Enkele jaren geleden is er een nieuw type minerale basisolie ontwikkeld dat de naam "hydro-crack" olie draagt. Door bij hoge druk en temperatuur waterstof toe te voegen aan een minerale basisolie terwijl deze bij die omstandigheden wordt "gekraakt", ontstaat er een olie met een zeer hoge viscositeitsindex.

Zulke basisoliën zijn minder duur dan synthetische basisoliën en bieden toch grote voordelen ten opzichte van gewone minerale oliën. Deze hydro-crack oliën kunnen worden gecombineerd met gewone minerale oliën of met synthetische oliën, al naar gelang de gewenste eigenschappen.

4.3.8 Oliën mengen

Het is raadzaam om oliën van verschillende merken, viscositeiten en kwaliteiten niet met elkaar te mengen. Uitsluitend als noodmaatregel is het beter wel te mengen dan door te rijden met een te laag oliepeil. Gebruik steeds een topkwaliteit olie van hetzelfde merk, neem desnoods wat olie mee als u ver van huis gaat.

Is het toch nodig om oliën te mengen, let dan op het volgende: meng het liefst oliën van dezelfde SAE W viscositeit en dezelfde CCMC specificatie, bijvoorbeeld een SAE 10 W-30 CCMC G3/PD1 van merk A met een SAE 10W-40 CCMC G3/PD1 van merk B. Als een bepaalde viscositeit niet ter beschikking staat, maar wel een olie met een hogere viscositeit, dan zal deze olie de viscositeit van de olie die in de motor zit iets verhogen. In warme landen is dat geen bezwaar. Als de buitentemperatuur laag is, bijvoorbeeld op de wintersportvakantie, is het gunstiger om met een olie met een lagere W viscositeit bij te vullen.

Gaat het om een dieselmotor, zorg er dan voor dat de olie een CCMC PD1 aanduiding heeft. Is zo'n oliëkwaliteit niet leverbaar, kies dan een olie met een API CD specificatie, bijvoorbeeld API SF/CD. Bij ottomotoren heeft een CCMC G2 of G3 specificatie de voorkeur, een API SF of SG kwaliteit mag eventueel ook worden gebruikt om bij te vullen.

Door het mengen van oliën kan er ook

een probleem ontstaan met de oliekeeringen. Zie 4.5.1.

4.4 Koelen

De koelende rol van de smeeroilie is in de loop der jaren steeds groter geworden. Dat komt omdat de bedrijfstemperatuur van de motor sterk is toegenomen. Het vermogen per cilinderinhoud is voortdurend gestegen en overschrijdt de 75 kW per liter grens. De zuiger wordt gekoeld door er olie tegenaan te sproeien of te spuiten. Dat laatste gebeurt voornamelijk bij motoren met drukvulling omdat daarbij de temperaturen het hoogst zijn. De olietemperatuur wordt sterk bepaald door het motoroerental omdat de wrijving tussen alle over elkaar glijdende oppervlakken toeneemt. Om de viscositeit van de olie die tussen die oppervlakken zit, zo hoog mogelijk te houden, moet er veel olie worden gebruikt om te koelen. Vandaar dat de capaciteit van de oliepomp zo hoog is.

Het brandstofverbruik van een motor is lager als de verbrandingskamer snel een hoge temperatuur bereikt en daarop blijft. Daarom worden de koelwater- en smeeroilietemperatuur steeds verder verhoogd. Het is niet ondenkbaar dat er motoren komen die volledig met olie zijn gekoeld, omdat de koelwatertemperatuur van de moderne motor niet veel meer verschilt van die van de smeeroilie. Dank zij de gesloten koelsystemen met drukdop kan de koelvloeistof, die meestal voor 50% uit water bestaat, een temperatuur van 110°C bereiken zonder te koken.

De hoogste olietemperaturen worden bereikt in de bovenste zuigerveergroeven en bij de uitlaatklepgeleiders, 250°C is geen zeldzaamheid, bij turbodieselmotoren zijn ze nog hoger. Juist omdat op deze plaatsen geen oliestroming plaatsvindt komt er van een koelende werking niet veel terecht. Tijdens het over elkaar glijden van hoogbelaste onderdelen zoals een nok en een stoter kunnen er tijdelijk heel hoge temperaturen optreden als de ruwheidspieken elkaar raken. Een gerichte oliekoeling is daarom absoluut noodzakelijk.

4.5 Andere taken van de smeeroilie

In het volgende worden de eigenlijke additieven besproken. De volgorde waarin dat gebeurt, is willekeurig. Uit de "vakken" van het olieschoolrapport blijkt dat olie aan veel eisen tegelijkertijd moet voldoen. Het is de kunst van de smeeroiliefabrikant een evenwichtig

additievenpakket te kiezen in combinatie met een goede basisolie en viscositeitsindexverbeteraar. Het geheel moet uitvoerig worden getest om er zeker van te zijn dat ook na lange tijd en onder moeilijke bedrijfsomstandigheden de olie in staat is aan al haar taken te voldoen. Hoe ingewikkeld het ontwikkelen van een moderne olie is, wordt beschreven in het volgende hoofdstuk.

4.5.1 Oliekeerringen soepel houden

Met het stijgen van de olietemperatuur neemt de gevoeligheid van de speciale rubbersoorten, waarvan de oliekeerringen gemaakt zijn, voor bepaalde stoffen in de smeeroilie toe. Het materiaal verhardt, wordt bros en door de scheurtjes ontstaat lekkage. Om er zeker van te zijn dat de olie de oliekeerringen niet aantast, voert Castrol proeven uit bij veel hogere temperaturen dan is voorgeschreven.

Een tweede punt dat de aandacht verdient, is dat de keerringen niet mogen opzwellen of krimpen. Ook daaraan moet de nodige aandacht worden besteed, vooral nu klepgeleiderafdichtingen steeds vaker van bijzondere materialen, zoals Viton en Teflon (merknamen van Dupont) worden gefabriceerd.

4.5.2 Vuil zwevend houden

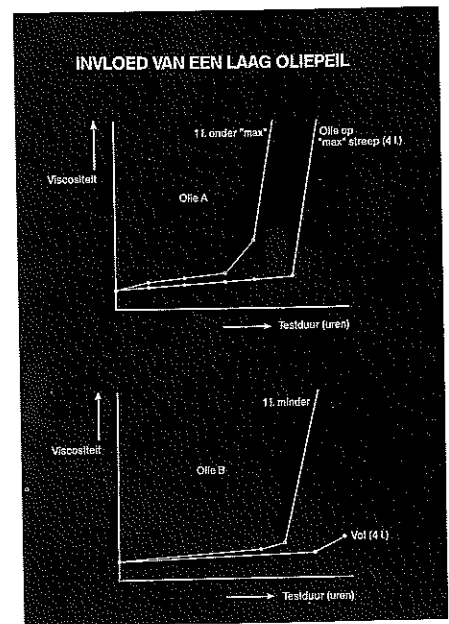
Olie moet in staat zijn om alle soorten vuildeeltjes zwevend te houden zodat deze naar het oliefilter kunnen worden getransporteerd. De additieven die hiervoor zorgen worden "dispersanten" genoemd. Deze chemische producten zijn van groot belang om motorvervuiling te voorkomen.

4.5.3 Motor schoonhouden

Om ervoor te zorgen dat zich nergens vuil kan afzetten, worden er aan motorolie "detergenten" - vuiloplosmiddelen - toegevoegd. Deze werken op dezelfde wijze als een afwasmiddel, ze zijn echter niet in water maar in olie oplosbaar.

4.5.4 Oxydatie van de olie tegengaan

Olie kan door de zuurstof uit de lucht geoxydeerd worden. Hoe heter de olie is, des te sneller dit oxyderen gebeurt. De olie wordt dikker en verzuurt, het wordt ranzig. Dit proces mag niet te ver



Hoe plotseling olie-oxydatie kan optreden, blijkt uit een recent onderzoek dat met API SG oliën is gedaan. Hoewel olie B een hogere kwaliteit heeft dan olie A, neemt ook hier de viscositeit sterk toe als de grens is overschreden. Vooral als het oliepeil laag is, levert de oxydatie van de olie een groot risico op.

gaan, want dan loopt de smering gevaar en kunnen de lagers worden aangetast. De chemici zijn erin geslaagd stoffen te ontwikkelen die het oxydatieproces zover vertragen dat de olie bestand is tegen zeer hoge temperaturen. Een temperatuur van 150°C in het carter kan een topkwaliteit smeeroilie gedurende langere tijd verdragen, zelfs 170°C is nog gedurende korte tijd geen probleem. Toch leggen deze hoge olietemperaturen beperkingen op ten aanzien van de levensduur. Als de olie eenmaal begint te oxyderen gaat het proces zeer snel verder. Zie hoofdstuk 6.

4.5.5 Corrosie voorkomen

Het spreekt vanzelf dat er nergens in een motor roestvorming of corrosie mag optreden. Er zijn vele verschillende materialen in een motor die beschermd moeten worden en dat maakt een juiste keuze van het anti-corrosiemiddel én de dosering ervan niet gemakkelijk.

4.5.6 Schuimvorming verhinderen

Het is nog geen twintig jaar geleden dat tot schuim geklopte olie aan alle kanten de motor uitkwam. Vooral bij standaard-

auto's waarmee geraced werd, kon de olie schuimvorming niet altijd verhinderen. Schuimvorming is nog om een andere reden ongewenst: het draagvermogen van de oliefilm neemt af. De lucht die in de olie zit, is samendrukbaar waardoor zwaar belaste onderdelen elkaar in bedrijf gaan raken. Castrol heeft voor motoren waarbij de kans op lucht in de olie groot is, een speciale olie ontwikkeld. Het gaat hierbij in eerste instantie om racemotoren met een aparte olietank die een zogenaamd "dry-sump" - droog carter - smeersysteem hebben. De oliepomp die het carter leegzuigt, neemt immers altijd lucht mee.

4.5.7 Wrijving verminderen

Als de oliefilm om welke reden dan ook te dun wordt en de metaaloppervlakken elkaar niet gaan raken, is een speciaal smeermiddel gewenst om de wrijving te verminderen. Zulke middelen zorgen voor een vetachtige laag die beter dan de oliefilm de oppervlakken van elkaar kan scheiden. Deze wrijvingsverbetersaars hechten zich zeer sterk aan metalen en kunnen op die manier wrijving en slijtage voorkomen of beperken.

4.5.8 Slijtage beperken

Er zijn condities in een motor waarbij metaal op metaalcontact optreedt, als de oliefilm te dun is. De druk op de ruwheidstoppen van de metalen is dan zo groot dat ernstige beschadigingen niet te vermijden zijn als deze situatie te lang duurt. Aan de olie worden chemische producten toegevoegd die onder condities van hoge druk en temperatuur stoffen vormen die voor een tijdelijke beschermingslaag kunnen zorgen. Er zijn anti-slijtagemiddelen die hun werking verrichten zolang de olie koud is en er zijn er die vooral tot actie overgaan als de olie heet is. Een van de bekende producten is ZDDP, een zink-fosfor verbinding die vooral werkzaam is bij de smering van de kleppentrein. Over het belang van dit produkt wordt meer gezegd in het volgende hoofdstuk.

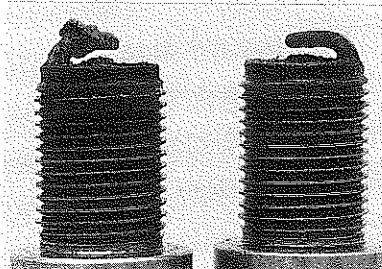
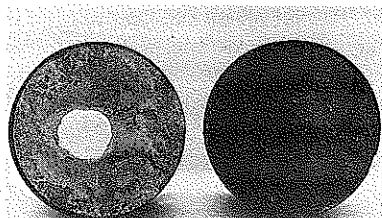
4.5.9 Stolpunt verlagen

Olie kan stollingsverschijnselen vertonen doordat wasachtige stoffen beneden een bepaalde temperatuur worden gevormd. Het is hetzelfde verschijnsel als bij dieselolie. Er bestaan produkten die dit stollen afremmen, maar de werking ervan hangt af van de afkoelsnel-

heid. Een minerale basisolie zal gezien de grote verscheidenheid van moleculen eerder neigen tot stolling dan een synthetische basisolie.

4.5.10 Asafzetting beperken

Er kunnen ernstige problemen ontstaan als er in de genoemde additieven metaalhoudende produkten worden gebruikt. Deze metalen kunnen tijdens het verbranden van de olie die in de verbrandingskamer terecht komt, voor asafzettingen zorgen. Daardoor kunnen kleppen en klepzittingen verbranden en groeven ontstaan op de cilinderwand. Als de asafzetting op de massa-elektrode van de bougie plaatsvindt, kunnen deze afzettingen bij hoge belasting gaan gloeien. Daardoor vindt de verbranding van het mengsel eerder plaats dan de vonk overspringt. Dit verschijnsel heet daarom voortijdige ontsteking of "pre-ignition". Vooral de zuiger krijgt het dan erg heet omdat de verbranding zo vroeg begint en dat heeft dan meestal een gat in de zuiger tot gevolg. Dank zij de ervaring met vele typen motoren is Castrol erin geslaagd toevoegingen te ontwikkelen die geen asafzetting veroorzaken. Deze komen goed van pas bij het ontwikkelen van speciale tweetaktoliën en katalysatorvriendelijke automobieliën.



Asafzetting op de bougie kan een gat in de zuiger tot gevolg hebben. Als de motor op een hoge temperatuur wordt gebracht gaat de as gloeien waardoor er een voortijdige ontsteking ontstaat. De zuiger is niet bestand tegen de extra hoge temperatuur en smelt, meestal recht onder de bougie.

4.5.11 Hechten of kleven bevorderen

Het hechten of kleven van de olie aan metaaloppervlakken is nodig om een sterke smeerfilm op te bouwen. Olie mag niet als water van een oppervlak afdruppelen, het moet zich over een groot oppervlak verspreiden. De sterkste hechting geven plantaardige oliën zoals raapolie - beter bekend als "boorolie" - en ricinusolie. Helaas vormen deze oliën veel kool tijdens het verbranden en zijn ze niet bestand tegen oxydatie. Voor viertaktracemotoren werd tot in de zeventiger jaren ricinusolie gebruikt. De olietemperaturen bleven vrij laag (110°C). Ricinusolie heet ook wel castor olie - Castor oil - en de samentrekking van deze woorden leverde rond de eeuwwisseling de firma naam Castrol op. Nog steeds wordt deze ricinusolie gebruikt, maar meer en meer blijkt dat de moderne multigrade oliën met synthetische basisoliën beter voldoen. Omdat het Castrol is gelukt om de ricinusolie synthetisch na te maken is het grootste nadeel ervan, het dikwijls moeten verversetten, weggenomen. Castrol Formula RS - Racing Synthetisch - kan nu in iedere motor worden gebruikt en net zo lang blijven zitten als de automobielfabrikant voorschrijft.

4.5.12 Geluid dempen

Geluid dempen is zeker nodig want metalen die droog over elkaar glijden maken veel lawaai. De zuiger zou zonder oliefilm luid klapperend zijn werk doen, terwijl de kleppentrein op een soort carillon zou lijken.

4.5.13 Afdichten

Tussen de zuiger en de zuigerveren en tussen de oliekeerringen zorgt de olie voor een afdichtende oliefilm. De verbrandingsgassen en de carterdampen blijven waar ze horen, namelijk in de verbrandingskamer en in de motor. Zonder deze zeer dunne, maar zeer nuttige oliefilm zou er van een goede afdichting weinig terecht komen.

4.5.14 Versnellingsbakken smeren

Een extra taak die de smeerolie soms krijgt toebedeeld is het smeren van de versnellingsbak. Soms maakt de bak deel uit van het motorcarter, soms zit de olie apart in de versnellingsbak. Het smeren van de versnellingsbaktandwie-

een probleem ontstaan met de oliekeerringen. Zie 4.5.1.

4.4 Koelen

De koelende rol van de smeeroilie is in de loop der jaren steeds groter geworden. Dat komt omdat de bedrijfstemperatuur van de motor sterk is toegenomen. Het vermogen per cilinderinhoud is voortdurend gestegen en overschrijdt de 75 kW per liter grens. De zuiger wordt gekoeld door er olie tegenaan te sproeien of te spuiten. Dat laatste gebeurt voornamelijk bij motoren met drukvulling omdat daarbij de temperaturen het hoogst zijn. De olietemperatuur wordt sterk bepaald door het motortoerental omdat de wrijving tussen alle over elkaar glijdende oppervlakken toeneemt. Om de viscositeit van de olie die tussen die oppervlakken zit, zo hoog mogelijk te houden, moet er veel olie worden gebruikt om te koelen. Vandaar dat de capaciteit van de oliepomp zo hoog is.

Het brandstofverbruik van een motor is lager als de verbrandingskamer snel een hoge temperatuur bereikt en daarop blijft. Daarom worden de koelwater- en smeeroilietemperatuur steeds verder verhoogd. Het is niet ondenkbaar dat er motoren komen die volledig met olie zijn gekoeld, omdat de koelwatertemperatuur van de moderne motor niet veel meer verschilt van die van de smeeroilie. Dank zij de gesloten koelsystemen met drukdop kan de koelvloeistof, die meestal voor 50% uit water bestaat, een temperatuur van 110°C bereiken zonder te koken.

De hoogste olietemperaturen worden bereikt in de bovenste zuigerveergroeven en bij de uitlaatklepgeleiders, 250°C is geen zeldzaamheid, bij turbo dieselmotoren zijn ze nog hoger. Juist omdat op deze plaatsen geen oliestroming plaatsvindt komt er van een koelende werking niet veel terecht. Tijdens het over elkaar glijden van hoogbelaste onderdelen zoals een nok en een stoter kunnen er tijdelijk heel hoge temperaturen optreden als de ruwheidspieken elkaar raken. Een gerichte oliekoeling is daarom absoluut noodzakelijk.

4.5 Andere taken van de smeeroilie

In het volgende worden de eigenlijke additieven besproken. De volgorde waarin dat gebeurt, is willekeurig. Uit de "vakken" van het olieschoolrapport blijkt dat olie aan veel eisen tegelijkertijd moet voldoen. Het is de kunst van de smeeroiliefabrikant een evenwichtig

additievenpakket te kiezen in combinatie met een goede basisolie en viscositeitsindexverbeteraar. Het geheel moet uitvoerig worden getest om er zeker van te zijn dat ook na lange tijd en onder moeilijke bedrijfsomstandigheden de olie in staat is aan al haar taken te voldoen. Hoe ingewikkeld het ontwikkelen van een moderne olie is, wordt beschreven in het volgende hoofdstuk.

4.5.1 Oliekeerringen soepel houden

Met het stijgen van de olietemperatuur neemt de gevoeligheid van de speciale rubbersoorten, waarvan de oliekeerringen gemaakt zijn, voor bepaalde stoffen in de smeeroilie toe. Het materiaal verhardt, wordt bros en door de scheurtjes ontstaat lekkage. Om er zeker van te zijn dat de olie de oliekeerringen niet aantast, voert Castrol proeven uit bij veel hogere temperaturen dan is voorgescreven.

Een tweede punt dat de aandacht verdient, is dat de keerringen niet mogen opzwellen of krimpen. Ook daaraan moet de nodige aandacht worden besteed, vooral nu klepgeleiderafdichtingen steeds vaker van bijzondere materialen, zoals Viton en Teflon (merknamen van Dupont) worden gefabriceerd.

4.5.2 Vuil zwevend houden

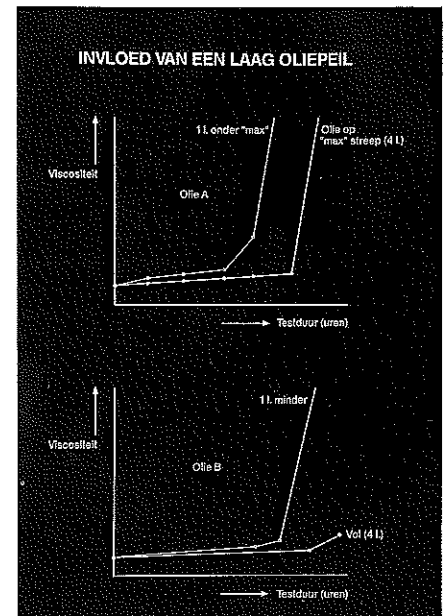
Olie moet in staat zijn om alle soorten vuildeeltjes zwevend te houden zodat deze naar het oliefilter kunnen worden getransporteerd. De additieven die hiervoor zorgen worden "dispersanten" genoemd. Deze chemische producten zijn van groot belang om motorvervuiling te voorkomen.

4.5.3 Motor schoonhouden

Om ervoor te zorgen dat zich nergens vuil kan afzetten, worden er aan motorolie "detergenten" - vuiloplosmiddelen - toegevoegd. Deze werken op dezelfde wijze als een afwasmiddel, ze zijn echter niet in water maar in olie oplosbaar.

4.5.4 Oxydatie van de olie tegenaan

Olie kan door de zuurstof uit de lucht geoxydeerd worden. Hoe heter de olie is, des te sneller dit oxyderen gebeurt. De olie wordt dikker en verzuurd, het wordt ranzig. Dit proces mag niet te ver



Hoe plotseling olie-oxydatie kan optreden, blijkt uit een recent onderzoek dat met API SG oliën is gedaan. Hoewel olie B een hogere kwaliteit heeft dan olie A, neemt ook hier de viscositeit sterk toe als de grens is overschreden. Vooral als het oliepeil laag is, levert de oxydatie van de olie een groot risico op.

gaan, want dan loopt de smering gevaar en kunnen de lagers worden aangetast. De chemici zijn erin geslaagd stoffen te ontwikkelen die het oxydatieproces zover vertragen dat de olie bestand is tegen zeer hoge temperaturen. Een temperatuur van 150°C in het carter kan een topkwaliteit smeeroilie gedurende langere tijd verdragen, zelfs 170°C is nog gedurende korte tijd geen probleem. Toch leggen deze hoge olietemperaturen beperkingen op ten aanzien van de levensduur. Als de olie eenmaal begint te oxyderen gaat het proces zeer snel verder. Zie hoofdstuk 6.

4.5.5 Corrosie voorkomen

Het spreekt vanzelf dat er nergens in een motor roestvorming of corrosie mag optreden. Er zijn vele verschillende materialen in een motor die beschermd moeten worden en dat maakt een juiste keuze van het anti-corrosiemiddel én de dosering ervan niet gemakkelijk.

4.5.6 Schuimvorming verhinderen

Het is nog geen twintig jaar geleden dat tot schuim geklopte olie aan alle kanten de motor uitkwam. Vooral bij standaard-

len stelt hoge eisen aan de viscositeits-indexverbeteraar. Een multigrade olie van slechte kwaliteit kan door de hoge drukken en hoge glijnsnelheden tussen de tanden snel in een dunne basisolie veranderen. Zo'n dunne olie is bij hoge temperaturen niet in staat de tandflanken van elkaar te scheiden, met als gevolg extra wrijving en slijtage. De slijtagedeeltjes kunnen voor grote schade aan de oliepomp van de motor zorgen, want al het vuil gaat eerst door de pomp voordat het in het oliefilter komt.

Bij auto's zien we dan ook dat alle nieuwe modellen een aparte versnellingsbak hebben.

4.6 Kwaliteitseisen

4.6.1 API specificaties

De oudste kwaliteitseisen stammen uit de VS waar het American Petroleum Institute smeeroïlen in groepen indeelt. Daarbij wordt er gelet op de bedrijfsomstandigheden met een onderscheid tussen diesel- en ottomotoren. Dieselmotor specificaties krijgen als eerste coderingsletter een C mee, ottomotoren een S.

Er worden motoren op proefstanden geplaatst om praktijksituaties, zoals veel korte ritten, na te bootsen. Als de te testen olie aan de verschillende proeven naar tevredenheid heeft voldaan, krijgt de fabrikant toestemming een kwaliteitsaanduiding op de verpakking te zetten.

Het gaat dus om minimale kwaliteitseisen, dat wil zeggen: een olie die maar nauwelijks voldoet aan alle eisen krijgt evengoed het certificaat als een olie die alle eisen met glans haalt. Een cijferlijst wordt niet meegeleverd. Ook wordt niet vermeld hoe vaak een bepaalde test is overgedaan voordat aan de eisen werd voldaan. Wat dat betreft is er een grote overeenkomst met het behalen van het rijvaardigheidsbewijs. Hoe groot is uw vertrouwen in de bestuurder als u hoort dat het rijbewijs verkregen is na tienmaal examen te hebben gedaan?

Sinds 1972 bestaan er voor ottomotoren die op benzine of autogas draaien, API voorschriften die met de letter SE worden aangeduid. De tweede letter maakt duidelijk aan welke kwaliteitseisen de olie voor dit type motor voldoet. Hoe verder de letter komt in het alfabet des te zwaarder de kwaliteitseisen ofwel des te beter de oliekwaliteit.

De API SE specificatie werd in 1980 opgevolgd door de SF voorschriften omdat de ontwikkeling van de motoren, onder andere in verband met de emissie-eisen, andere taken oplegde aan de

smeerolie. Ook wilden de automobielfabrikanten langere olieversingstermijnen omdat de multigrade oliën goed voldeden. Nieuwe proefmotoren en zwaardere testomstandigheden moesten ervoor zorgen dat de nieuwe generatie motoroliën aan de motorenontwikkeling en het steeds veranderende gebruik van de auto waren aangepast. Helaas is gebleken dat de SF eisen geen lang leven beschoren waren, sinds maart 1988 zijn er weer nieuwe voorschriften die de kwaliteitsaanduiding SG dragen. De API SG specificaties voor ottomotoren zijn op twee punten verzwaard ten opzichte van de SF voorschriften: motorvervuiling en kleppentrenslijtage. Motorvervuiling is altijd al een probleem geweest, maar nog niet eerder was het zo erg. Door de ontwikkeling van loodarme en later ook loodvrije benzine met een hoge klopvastheid ontstaan er in sommige motoren producten die zorgen voor een taaie zwarte drab - Black Sludge. Meer hierover staat in hoofdstuk 6. Om ernstige motorslijtage te voorkomen moet de olie een zeer hoog reinigend vermogen hebben en om dat te testen is er een gewijzigde motorproef ontwikkeld. De slijtage van de kleppentrein heeft ook extra aandacht gekregen en er wordt een modern type motor gebruikt om de oliën mee te testen. Olie die voldoet aan de API SG specificatie moet in staat zijn om black-sludge te voorkomen en slijtage te verhinderen. Daarbij gaat het niet alleen om de motoren die vanaf 1989 op de markt komen, maar ook om de reeds bestaande motoren. Voor dieselmotoren kan het verhaal kort zijn. Het API heeft alleen voorschriften vastgesteld voor Amerikaanse vrachtwagendieselmotoren. Slechts één motortest is van groot belang gebleken voor ottomotoren, namelijk de test waarbij het vast willen gaan zitten van de bovenste zuigerveer wordt beproefd. In de nieuwe API SG specificatie is de oudste van deze zuigerveervastbaketest opgenomen en in feite luidt de aanduiding dan ook API SG/CC. Er is nog een zwaardere test voor dieseloliën ontwikkeld en die is opgenomen in de API CD specificatie. Als een oliëfabrikant een olie wil leveren voor otto- en dieselmotoren dan zult u bijvoorbeeld de aanduiding SG/CD op de verpakking zien staan.

Als de lettercombinaties de dieselaanduiding eerst vermelden, dus bijvoorbeeld CD/SE, dan wil dat zeggen dat de olie ontwikkeld is voor dieselmotoren, maar ook voldoet aan de aangegeven specificaties voor benzinemotoren.

De nieuwste API specificatie voor dieselmotoren, die de in 1987 uitgekomen CE aanduiding heeft, heeft geen testen

die voor de dieselmotoren in personenauto's interessant zijn. API CE oliën zijn ontwikkeld voor de typisch Amerikaanse vrachtwagendieselmotoren.

4.6.2 Specificaties van automobielfabrikanten

Kort na het uitkomen van de API SF voorschriften bleken er zich problemen voor te doen met de onder Europese condities belaste motoren. De verschijnselen van het tijdelijk en blijvend viscositeitsverlies deden zich op grote schaal voor met aanzienlijke motorschades als gevolg. Ernstige inlaatklepvervuilingsproblemen deden in 1981 Volkswagen besluiten geen enkele SAE 10W-50 multigrade oliën meer te accepteren. Deze oliën moesten voortaan voldoen aan door VW opgestelde eisen, vastgelegd in de 500.00 norm. VW ontwikkelde een speciale testmethode om het viscositeitsverlies bij 150°C olietemperatuur te bepalen. Deze test maakt sindsdien deel uit van de smeeroïlenormen van VW.

In 1982 bleek dat turbo-dieselmotoren voor personenauto's zulke hoge eisen stellen aan de smeerolie dat Volkswagen een eigen test ontwikkelde. Met name het willen gaan vastzitten van de bovenste zuigerveer werd onvoldoende door de API CD specificatie voorkomen. De VW norm 505.00 werd voor de turbodiesel sindsdien voorgeschreven.

Problemen met koolafzetting in de turbo's bracht Saab ertoe om een eigen motortest te ontwikkelen en nog steeds behoort deze motortest tot het eisenpakket dat een gerenommeerde oliëfabrikant zichzelf stelt. Mercedes-Benz heeft al vele jaren een testprogramma voor smeeroïlen en brengt regelmatig goedkeuringsslijsten uit waarop alle merken en typen oliën staan die aan hun voorschriften voldoen.

Zo zijn er nog meer automobielfabrikanten die hun eigen voorschriften hebben opgesteld naar aanleiding van hun praktijkervaring. Daaruit blijkt dat de API specificaties voor Europese omstandigheden lang niet altijd toereikend zijn. Bijzonder duidelijk is dat gebleken bij de problemen die door Black-Sludge ontstonden. Anders dan in de VS waar het meer om een zachte drab gaat, bleek sinds de invoering van loodarme en daarna loodvrije benzine met name in Duitsland de drab te veranderen in een soort harde kunststof. Deze harde afzettingen kunnen de olie-aanzuigzeef en de oliëkanalen blokkeren met ernstige motorschade als gevolg.

Uit een uitgebreid onderzoek is gebleken dat black-sludge niet voorkomt bij

VW eisen sinds okt. '86

- 501.01 – minerale basisoliën
 - benzine- en non-turbo-dieselmotoren
 - black sludge test
- 505.00 – minerale basisoliën
 - benzine- en turbo-dieselmotoren
 - black sludge test
- 500.00 – (half) synthetische basisoliën
 - SAE viscositeit 5W of 10W
 - geringere olieverdamping
 - black sludge test

Voor Europa: combinatie van 505.00 en 500.00 spec. in één olie heeft (sterke) voorkeur.

VW heeft sinds oktober 1986 drie herziene oliespecificaties, waarin een black-sludge test is opgenomen.

motoren waarin oliën gebruikt werden die aan de beide VW normen 500.00 en 505.00 voldoen. Dit zijn oliën van topkwaliteit, geschikt voor alle typen benzine- en dieselmotoren, die een zeer groot reinigend vermogen hebben dank zij de toepassing van de meest moderne additieven. VW heeft sinds oktober 1986 gewijzigde normen waaraan black-sludge geteste oliën voldoen. Mercedes-Benz is nog verder gegaan omdat bleek dat lang niet alle oliën die in de black-sludge test voldeden, nokkenasslijtage afdoende verhinderden. Sinds juni 1988 publiceert Mercedes-Benz weer een lijst met goedgekeurde motoroliën, nu niet met meer dan zeshonderd oliemerken en typen, maar met slechts enkele tientallen. Deze lijst wordt aangeduid met 226.5. Uit Frankrijk komen soortgelijke berichten als uit Duitsland, er wordt ook daar gewerkt aan smeerolietesten voor black-sludge en nokkenasslijtage. Niet duidelijk is nog of de nieuwste API SG specificatie afdoende is om ook in Europa black-sludge en nokkenasslijtage te voorkomen. Daarvoor is er nog te weinig ervaring opgebouwd.

4.6.3 CCMC - specificaties

De automobielconstructeurs in de Europese gemeenschap zijn verenigd in de CCMC - Comité des Constructeurs d'Automobiles du Marché Commun - en het spreekt vanzelf dat ervaringen wor-

den uitgewisseld. Zie 4.3.6. Als bepaalde problemen zich op grote schaal voordoen wordt er getracht een norm op te stellen die zulke problemen voorkomt. Vanaf oktober 1985 zijn er voor smeeroliën CCMC specificaties geldig waarin ook de in de vorige paragraaf vermelde VW specificaties zijn opgenomen.

Voor ottomotoren worden de specificaties aangeduid met de letter G, voor personenwagendieselmotoren met de letters PD.

Alle CCMC geteste oliën voldoen aan de

Europese CCMC eisen vanaf okt 1985

Ottomotoren:

- G₁ SE⁺
- G₂ SF⁺
- G₃ SF⁺ + FE
- + HTHS Viscositeitseis bij 150°C
- FE Fuel Economy oil (verg. VW 500.00)

Vrachtwagendieselmotoren:

- D₁ CC (Light Duty)
- D₂ CD (Heavy Duty, ook Turbo)
- D₃ SHPD (of CD*)

Personenwagendieselmotoren (binnenkort)

- PD₁ (verg. VW 505.00, dus incl. HTHS eis)

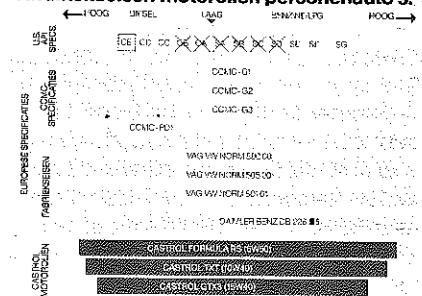
Sinds oktober 1985 bestaan er CCMC smeeroliespecificaties voor ottomotoren, DI en IDI dieselmotoren. Hoe de CCMC de komende specificatie zal aanduiden, is nog niet bekend. De hier vermelde VW eisen zijn sinds oktober 1986 herzien.

eis zoals Volkswagen die heeft ontwikkeld om het viscositeitsverlies bij 150°C aan banden te leggen.

Bij oliën voor ottomotoren heeft de CCMC gekozen voor de API specificatie aangevuld met de genoemde test, zodat een CCMC G1 olie een API SE oliespecificatie heeft met de HTHS test. Een CCMC G2 olie voldoet aan alle API SF testen plus de HTHS test, terwijl CCMC G3 oliën een geheel nieuwe klasse vormen. Het gaat hierbij om oliën met een lage viscositeit bij lage temperaturen, SAE 5W-Y of 10W-Y oliën. Deze oliën worden "Leichtlauföle" of "Fuel Economy oils" genoemd omdat ze door de lage viscositeit vooral op korte ritten brandstof besparen.

Voor personenautodieselmotoren werd de VW specificatie als basis gebruikt voor de CCMC PD1 voorschriften. Op deze manier ontstonden er oliën die speciaal ontwikkeld zijn voor dit type dieselmotor met indirecte insputing en waarvoor de API geen voorschriften heeft.

Kwaliteitseisen motoroliën personenauto's.



De verschillende kwaliteitseisen voor motoroliën zijn moeilijk onderling vergelijkbaar. Zo is het moeilijk in te schatten of de black-sludge test die de API voorschrijft even zwaar is als die van VW of Mercedes Benz. Toch geeft deze "balkgrafiek" een overzicht van enkele specificaties. De API CE specificatie voor DI vrachtwagendiesels is zo sterk gericht op de Amerikaanse markt dat er voor Europa geen waarde aan hoeft te worden gehecht. Het wachten is op de nieuwe CCMC G specificatie.

Het is nog onbekend welke de nieuwe CCMC specificaties zullen worden nu de API SG voorschriften er zijn en de black-sludge vervuiling en nokkenasslijtage aan banden zijn gelegd. Een CCMC G3B of G4 specificatie waarin alle kwaliteitseisen zijn verwerkt, zou in 1989 kunnen verschijnen. Duidelijk is wel dat smeeroliën voor ottomotoren die aan al deze specificaties voldoen, van buitengewone kwaliteit zijn. Een verandering van de CCMC PD1

specificatie lijkt overbodig, de wijzigingen aan de motoren en de brandstof zijn gering en de nieuwe snelopende DI dieselmotoren stellen minder hoge eisen aan de olie dan de IDI dieselmotoren.

Het komt voor dat een fabrikant van IDI dieselmotoren een olie met een CCMC specificatie voorschrijft die eigenlijk bedoeld is voor DI vrachtwagenmotoren. Het gaat om de CCMC D3 specificatie, die ontstaan is uit onvrede met de API CC en CD specificaties. De Europese vrachtwagenmotoren stellen andere eisen aan de smeeroilie dan de Amerikaanse motoren. De olieversingstermijnen kunnen met CCMC D3 oliën aanzienlijk worden verlengd omdat deze oliën een zeer grote capaciteit hebben om het roet zwevend te houden. Of deze oliën ook in sneldraaiende IDI diesels voldoen als het om hoogtemperatuurgedrag en slijtagebescherming van een bovenliggende nokkenas gaat, zal de tijd leren.

4.7 Achteraf handelen of vooruitdenken

Om de ontwikkeling van de techniek enerzijds en de praktijkproblemen anderzijds te kunnen bijbenen zijn er twee methoden. De meest gebruikelijke is te wachten met het ontwikkelen van nieuwe smeeroilën totdat er nieuwe specificaties zijn. De minder gebruikelijke methode is vroegtijdig in te spelen op de veranderingen en de olie in kwaliteit te verbeteren lang voordat er specificaties zijn opgesteld.

Achteraf handelen is veruit de goedkoopste van de twee werkwijzen, maar bepaald niet de beste. De geschiedenis van de oliespecificaties, vooral die van na 1980, toont duidelijk aan dat er ernstige problemen ontstaan en soms complete motorrevisies nodig zijn omdat de olie de smeertechnische problemen niet aan kan.

De conclusie ligt dan ook voor de hand: smeeroiliespecificaties alleen geven geen garantie dat er zich geen problemen met slijtage en/of vervuiling zullen voordoen.

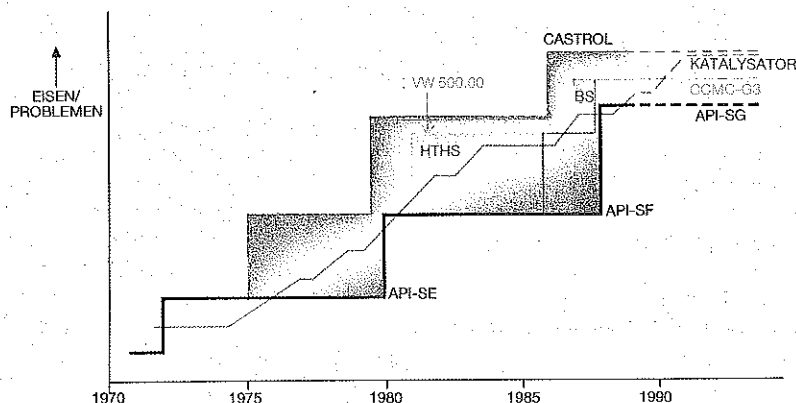
Vooruit denken is daarom de enige juiste methode. Dat betekent wel dat er voortdurend contact moet worden onderhouden met zowel de motorfabrikant als de garage of het revisiebedrijf. Zodra er zich bepaalde ontwikkelingen voordoen, moet de olie worden aangepast om problemen te voorkomen. Olie-maatschappijen die deze werkwijze volgen hebben hun inspanningen beloofd gezien. Telkens als er zich problemen hebben voorgedaan, is het duidelijk aangetoond dat de aldus ontwikkelde

oliën de problemen de baas konden. Vooral in de black-sludge affaire is het verschil in oliekwaliteit duidelijk aangetoond, zodanig zelfs dat alleen oliën met een CCMC G3/PD1 kwaliteit bij bepaalde automerken worden voorgeschreven.

Castrol gaat uit van de filosofie dat het voorkomen van problemen beter is dan deze achteraf te verhelpen. Telkens weer blijkt dat deze werkwijze ook geldbesparend voor de gebruiker werkt, want de hogere prijs van de olie weegt niet op tegen de kosten van een gedeeltelijke of totale revisie.

4.8 De automobiefabrikant

De automobiefabrikanten kunnen ook in twee groepen worden verdeeld, net als de oliëfabrikanten. Er zijn er die volstaan met het vermelden van een (oude) API specificatie en er zijn er die eigen specificaties voorschrijven. Soms wordt er gezegd dat de autofabrikanten die een topkwaliteit olie voorschrijven kennelijk geen goede motor maken, want in een goede motor hoeft niet zo'n dure olie. Niets is minder waar omdat bij deze redenering over het hoofd wordt gezien dat het heel vaak gaat om een vervuilingprobleem dat weinig of niets te maken heeft met de constructie van de motor.



Op deze "trapgrafiek" is de ontwikkeling van de kwaliteitseisen die aan de smeeroilie worden gesteld weergegeven. Als een rode lijn lopen daar de problemen doorheen die iedere keer aantonen dat de specificaties te laat komen. Hoewel alle smerings- en vervuilingproblemen sinds juni 1988 lijken te zijn opgelost, is daarover nog geen zekerheid. Evenmin is er duidelijkheid over een testmethode voor katalysatoren en de aanduiding van de komende CCMC G specificatie. De Castrol filosofie is in groen weergegeven: voorkomen is beter dan achteraf verhelpen.

Onder Europese condities is het raadzaam in alle motoren een topkwaliteit olie te gebruiken en dan liefst nog van een maatschappij die aangetoond heeft vooruit te denken. Alleen dan is er de maximale zekerheid dat een motor niet tot een voortijdig eind komt door bijvoorbeeld black-sludge.

Literatuuroverzicht

AMT 44 (1984) 1 Motorolie-analyse: Juiste monsternamen erg belangrijk.

AMT 44 (1984) 6 Europese motorolie-eisen nu zwaarder dan Amerikaanse.

AMT 47 (1987) 11 Smeeroiliespecificaties, de grote verwarring.

AMT 48 (1988) 7 Smeeroilie-eisen verder verscherpt.

5 Ontwikkelen van een nieuwe olietechnologie

5.1 De redenen

Er zijn een viertal hoofdredenen om een nieuwe olie te gaan ontwikkelen:

- constructieve wijzigingen aan de motoren
- veranderingen in de gebruiksomstandigheden
- milieumaatregelen
- nieuwe ontwikkelingen op chemisch gebied.

5.1.1 Constructieve wijzigingen

Door het gebruik van andere materialen of materiaalbehandeling kan het nodig zijn om andere additieven te ontwikkelen. De stijgende olietemperatuur maakt het noodzakelijk zowel de basisolie als de anti-corrosie dope verder te ontwikkelen. De in hoofdstuk 2 besproken constructieve wijzigingen maken het ontwikkelen van speciale multigrade oliën met een sterke smeerfilm en een groot reinigend vermogen noodzakelijk.

5.1.2 Gebruiksomstandigheden

De auto wordt steeds meer gebruikt alsof het een stofzuiger is, aanzetten wanneer nodig, uitzetten na gebruik. De vele korte ritten die met een auto worden gereden zijn slecht voor de motor tenzij er een multigrade olie met lage W viscositeit wordt gebruikt. Daarbij komt de smering voldoende snel op gang om slijtage te voorkomen. Ook speciale antislijtage-dopes moeten worden ontwikkeld om met name de kleppentrein te beschermen. Ook fileverkeer stelt hoge eisen aan de smeeroilie, door het wegvallen van de rijwind kunnen de temperaturen in een motor hoog oplopen. Het voortdurende optrekken en inhouden zorgt voor een sterke vervuiling in de verbrandingskamer. Het trekken van een caravan en lange ritten op hoge snelheden zorgen voor hoge olietemperaturen. Daarbij kunnen de in stads- en fileverkeer gevormde vervuilingen producten indikken en een harde laag vormen. Snelheidsbeperkingen werken filerijden in de hand. Onder zulke condities kan de koeling sterk verminderen en de olietemperatuur hoog oplopen. Alleen al om deze reden zijn er geheel nieuwe oliën ontwikkeld.

5.1.3 Milieuwetgeving

Een motor produceert schadelijke stoffen die via de tankontluchting, de carterventilatie en de uitlaat in het milieu terecht komen. Daarom wordt de tankontluchting via een actief-koolfilter aangesloten op het inlaatsysteem net als dat al jaren het geval is met de carterventilatie. De meegevoerde carterdampen zijn gemengd met olie en kunnen voor vervuiling van de kleppen zorgen. De olie mag geen producten bevatten die deze vervuiling in de hand werken. Om de schadelijke gassen in het uitlaatsysteem zoveel mogelijk om te zetten in onschadelijke producten wordt er een zogenaamde geregelde driewegkatalysator in de uitlaatleiding geplaatst. In een volgende paragraaf wordt de werking hiervan uitgelegd. Er komt onvermijdelijk ook wat olie in de uitlaat terecht en dat heeft invloed op de werking van de katalysator. *Castrol heeft hierin aanleiding gezien om als eerste een speciale olie te ontwikkelen die katalysatorvriendelijk is en voldoet aan alle specificaties.*

5.1.4 Chemische technologieën

De chemische industrie is voortdurend bezig de raffinagetechnieken van basisoliën te verbeteren. Zodra zo'n nieuwe techniek een geslaagd produkt oplevert, moet de smeeroilie daaraan worden aangepast. Ook de additievenleveranciers zitten niet stil. Telkens weer worden er producten gefabriceerd die hun taak nog beter verrichten. Zo zijn er voor de API SG oliën geheel nieuwe "dopepakketten" ontwikkeld.

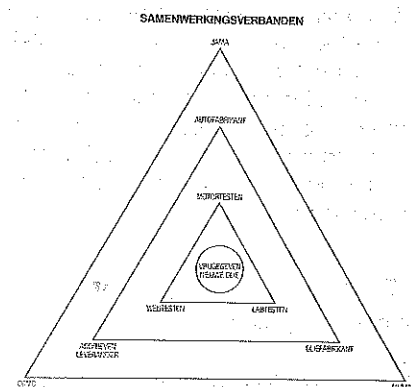
5.2 Samenwerkingsverbanden

Voordat een geheel nieuwe olie op de markt komt, moet er heel veel gebeuren. Tegenwoordig werken de autobouwers in Europa, Amerika en Japan elk in eigen verband samen. Ook het contact tussen deze drie groepen - CCMC, MVMA en JAMA - begint zich te ontwikkelen omdat bepaalde problemen zich wereldwijd voordoen en omdat auto's over de hele wereld worden verkocht.

De autobouwers sturen niet alleen de ontwikkeling van de motoren, maar ook die van de smeeroilie, zoals uit het vorige hoofdstuk is gebleken toen

de CCMC specificaties aan de orde waren.

In Amerika is de API SG oliespecificatie onder druk van de grote autobouwers ingevoerd, zodat er snel een halt zou worden toegevoerd aan de motorvervuiling en -slijtage.



De Europese autobouwers zijn verenigd in de CCMC, de Amerikaanse in de MVMA en de Japanse in de JAMA. Zij sturen niet alleen de motorenontwikkeling, maar ook de smeeroiliespecificaties. Om tot een nieuwe olie te komen die door alle fabrikanten wordt aanvaard, is een nauwe samenwerking tussen de oliefabrikant, de autobouwer en de additievenleverancier nodig. Vervolgens moet de nieuwe olie aan een groot aantal testen worden onderworpen om er zeker van te zijn dat de kwaliteit hoog genoeg is. Pas daarna wordt de olie voor gebruik vrijgegeven.

In Japan is de samenwerking tussen de fabrikanten niet zover als in Europa, de verwachting is dat het wel zover zal komen. Het bouwen van ontwikkelingscentra in Europa en Amerika toont aan dat de Japanse industrie nauwkeurig wil weten onder welke omstandigheden hun autobouwers worden gebruikt.

Zodra de noodzaak er blijkt te zijn om een nieuwe olie op de markt te brengen, moeten de oliefabrikant, de additievenleverancier en de autobouwer overleg plegen. Het initiatief tot het ontwikkelen van zo'n olie kan van één of meer van de genoemde partijen komen, zoals in het vorige hoofdstuk is uitgelegd.

Ook een oliemaatschappij kan de aanzet leveren tot een geheel nieuwe olietechnologie zoals Castrol heeft gedaan met biologisch afbreekbare tweetakt buitenboord- en motorfietsoliën. Ook de ontwikkeling van katalysatorvriendelijke motoroliën is een eigen initiatief.

De drie genoemde partijen moeten het vervolgens eens worden over drie soorten testen: in het laboratorium, in motoren op de proefstand en op de weg. Uiteraard behoren de al bestaande specificaties ook tot het testprogramma, maar geheel nieuwe testprocedures moeten ook worden ontwikkeld.

Hoe wordt aangetoond dat een olie inderdaad biologisch afbreekbaar is in water en in de grond? Op welke wijze kan worden bepaald of een katalysator nu wel of niet door stoffen in de smeeroilie wordt beschadigd?

Pas als aan alle bestaande én nieuwe testen is voldaan, kan de nieuwe olie worden vrijgegeven. Vaak zijn de nieuw ontwikkelde testen dan nog niet door alle instanties erkend en duurt het soms jaren voordat ze een internationaal erkende status krijgen en deel uitmaken van een API of CCMC specificatie. Voorlopen heeft ook nadelen, want de kosten gaan voor de baten uit. De ware oliespecialist zal toch blijven investeren in het ontwikkelen van nieuwe olietechnologieën.

5.3 Katalysatorvriendelijke olie

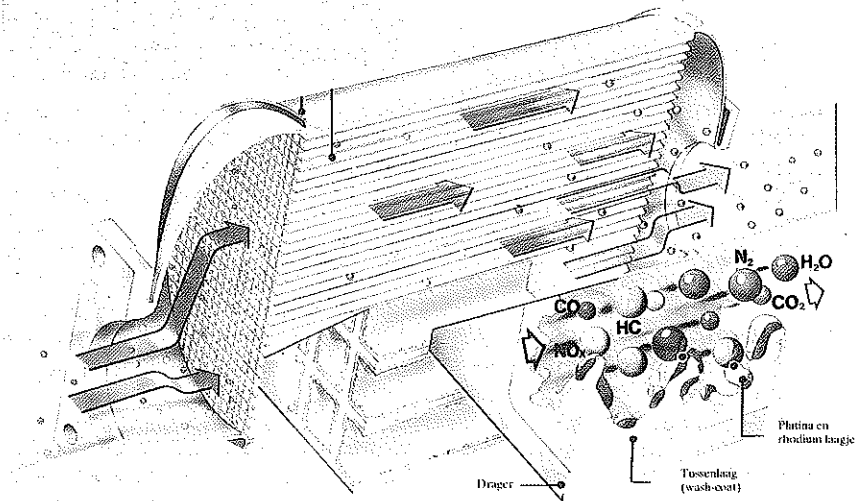
Met de komst van de katalysator naar Europa kwam bij Castrol de vraag op: "hoe moet een smeeroilie worden samengesteld die onder Europese rijcondities de katalysator toch een lange levensduur geeft?". In Japan en Amerika worden katalysatoren al tien jaar langer gebruikt dan in Europa en het is inmiddels duidelijk geworden dat bepaalde stoffen een slechte invloed hebben op de werking van de katalysator. In die landen worden al vele jaren aangepaste smeeroiliën gebruikt om het schadelijke effect te beperken. Deze oliën zijn onder Europese rij-omstandigheden niet zonder meer bruikbaar, zoals verderop wordt uitgelegd.

5.3.1 De katalysator

Een katalysator is een chemische "fabriek" die bij een temperatuur tussen 350 en 850°C schadelijke gassen omzet in onschadelijke. Om dat omzetten zo goed mogelijk te doen moet het uitlaatgas een zodanige samenstelling hebben dat er enkele malen per minuut wel of geen zuurstof aanwezig is. Dit vraagt om

een zeer nauwkeurige regeling van de hoeveelheid benzine of gas die aan de aangezogen lucht wordt toegevoegd. Daarom is er een zuurstofgevoelige sonde aangebracht vlak voor de katalysator. De juiste naam voor de katalysa-

tor is eigenlijk een katalytische thermische reactor omdat de chemische omzetting plaats vindt bij hoge temperatuur en dankzij edelmetalen als platina, rhodium en palladium tot stand komt. Deze edelmetalen werken als



In een "katalysator" vinden bij hoge temperatuur chemische processen plaats. Bij een, door een zuurstofsonde, geregelde driewegkatalysator worden drie voor het milieu schadelijke gassen omgezet in onschadelijke. Koolmonoxyde (CO), stikstofoxyde (NO_x) en koolwaterstoffen (HC) worden door het toevoegen van zuurstof (oxyderen) of onttrekken van zuurstof (reduceren) omgezet in stikstof (N₂), water (H₂O) en kooldioxide (CO₂). Deze omzetting is mogelijk dank zij de katalytische werking van platina, rhodium en palladium, deze edelmetalen worden zelf niet opgebruikt en kunnen dus gerecycled worden. (met dank aan VW).

BENZINE

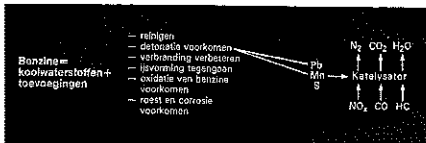
MERK	NORMALE BENZINE				SUPERBENZINE				EUROSUPER			
	OKTAANGETAAL	LOOD, METING 1	LOOD, METING 2	ALCOHOLEN BENZIEEN	OKTAANGETAAL	LOOD, METING 1	LOOD, METING 2	ALCOHOLEN BENZIEEN	OKTAANGETAAL	LOOD, METING 1	LOOD, METING 2	ALCOHOLEN BENZIEEN
ARAL	93,5	"	"	1,5 2)	99,2	105	110	2,1 2)				
AVIA	93,3	"	"	0,9 2)	97,6 ³⁾	115	110	2,5 3,5				
BP	93,6	"	"	0,9 2)	97,6 ³⁾	115	130	2,7 3,5	95,5	"	"	1,4 4,5
ELF	94,0	"	"	0,9 2)	98,2	105	110	1,9 2)				
ESSO	92,4	"	"	1,9 2)	98,3	115	130	0,3 2)	95,0	"	"	1,5 2)
FINA	91,8	"	"	1,6 2)	98,2	110	110	2,7 4				
MOBIL	92,2	5	"	2,6 2)	98,8	130	130	3,6 2)				
Q8					98,3	110	130	3,1 5,5	95,6	"	"	2,9 2)
SHELL	94,5	"	"	1,0 2)	98,9	100	100	2,1 2)	96,1	"	"	2,5 2)
TEXACO	92,0	7	"	2,5 2)	98,2	110	140	2,4 2)				
TOTAL	93,6	5,5	"	0,9 2)	99,2	100	110	2,2 2)				

1) Loodgehalte minder dan 3 mg/l

2) Alkoholen minder dan 1%

3) Tweede meting: 98,0

Begin 1987 zag de samenstelling van de benzine in Nederland eruit zoals in de tabel is aangegeven. Met de invoering van de loodarme superbenezine en de loodvrije normaal en Eurosuper werd het lood vervangen door klopvaste koolwaterstoffen als benzeen en door alcoholen. Deze overgangsfase is nog niet achter de rug. De benzienmaatschappijen zoeken nog naar de meest geschikte samenstelling. Het is deze verandering in de brandstofsamenstelling die als hoofdzaak wordt gezien voor het ontstaan van black-sludge. De alcoholen zorgen bij sommige motoren voor problemen met het benzinesysteem. Bepaalde stoffen vervuilen de verstuivers van benzine-inspuitsystemen, hetgeen waarschijnlijk ook door het terugvoeren van de benzinetankontluchting en de carterventilatie komt. (Met dank aan de Consumentenbond).



Benzine bestaat niet alleen uit koolwaterstoffen, er worden vele stoffen aan toegevoegd die elk op zich bepaalde eigenschappen hebben. Met de komst van de katalysator moesten lood (Pb) en mangaan (Mn) uit de benzine worden verwijderd. Kleine hoeveelheden zwavel (S) zorgen voor een onaangename rotte-eieren-lucht.

katalysatoren, dat zijn stoffen die een scheikundige reactie tot stand brengen zonder zelf te worden gebruikt.

In het spraakgebruik heeft zich de uitdrukking geregelde drieweg katalysator ingeburgerd als omschrijving van het hierboven beschreven apparaat. In het vervolg wordt de benaming "katalysator" gebruikt.

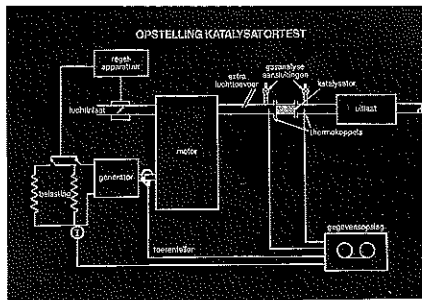
Dat de katalysator niet tegen lood kan, is algemeen bekend want de invoering van het apparaat hing af van de verkrijgbaarheid van loodvrije benzine. Dat er nog andere stoffen zijn die de goede werking van de katalysator belemmeren is niet zo bekend en dat was voor Castrol een reden om er een uitgebreid onderzoek aan te wijden. De samenwerking met Johnson Matthey, de grootste katalysatorfabrikant, is daarbij van onschatbare waarde gebleken.

5.3.2 Fosfor

De invloed van fosfor en zink op de werking van de katalysator is al lang bekend. Niet bekend was onder welke omstandigheden deze stof schadelijk werk verricht zijn en hoe groot de invloed was. Omdat een onderzoek met automobielmotoren zeer omvangrijk zou zijn, besloot Castrol zes kleine één-



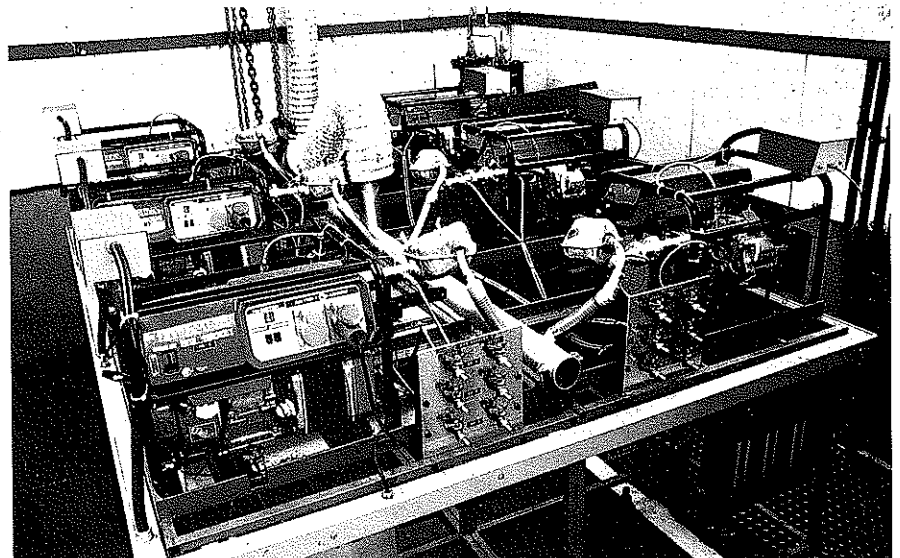
Motorolie is samengesteld uit basisolie(n) en toevoegingen. Bij de toevoegingen of dopes wordt er ZDDP gebruikt, een produkt dat zink (Zn) en fosfor (P) bevat. ZDDP heeft twee taken die voor een goed functioneren van de motor en de olie onmisbaar zijn. Helaas heeft vooral fosfor onder bepaalde omstandigheden een negatieve invloed op de werking van de katalysator.



De door Castrol ontwikkelde katalysatorproefstand maakt gebruik van kleine ééncilinder proefmotoren. Door lucht in te blazen vóór de katalysator kan de juiste uitlaatgassenstelling worden bereikt. Er is bij dit type motor geen regeling van het mengsel aanwezig. Met behulp van thermokoppels wordt de temperatuur voor en na de katalysator gemeten.

cilinder aggregaatjes als proefmotoren te gebruiken. In de uitlaten werden kleine katalysatoren geplaatst. De carter werden gevuld met olie met een verschillende samenstelling. Maar bij welke belastingen en toerentallen moesten de motoren worden beproefd? In overleg met Johnson Matthey werd gekozen voor een bepaalde cyclisch wisselende belasting, die de katalysator zodanig belast alsof er 80.000 km mee op de weg zou zijn gereden. Elke proef duurt ruim 300 uur en tijdens de proef wordt de werking van de katalysator nauwkeurig gemeten.

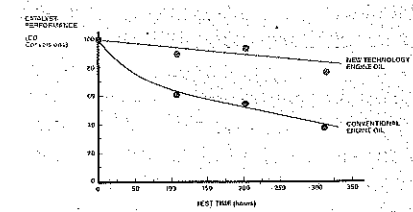
De schadelijke invloed van fosfor werd duidelijk vastgesteld, zoals al eerder ook in Japan en de VS was geconstateerd. Kennelijk werkten de kleine motoren net als automobielmotoren en was ook de minikatalysator gelijkwaardig aan een normale. Dat laatste is niet zo



Zo ziet de proefopstelling er in werkelijkheid uit.

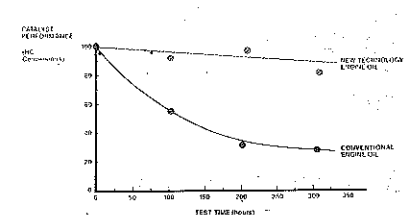
verbazingwekkend, want de zes kleine "kats" werden uit één grote "kat" gezaagd.

EFFECT OF ENGINE LUBRICANT ON CATALYST PERFORMANCE (Carbon Monoxide Conversions)



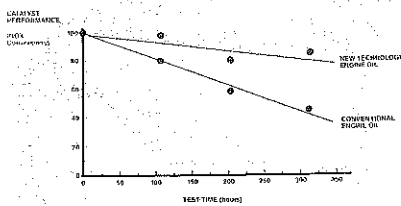
Hoe groot de invloed van fosfor op de werking van de katalysator is, blijkt als de nieuwe Castrol olie wordt vergeleken met de tot dan toe gebruikte olie. Het omzetten van koolmonoxyde in kooldioxyde gaat bij de gebruikelijke oliën snel achteruit, bij de nieuwe olie blijft de werking van de katalysator op een hoge waarde. De ruim 300 uur durende test-cyclus komt overeen met 80.000 km op de weg. De juiste werking van de katalysator krijgt het getal 100, bij het getal 50 wordt het schadelijke gas nog maar voor 50% omgezet.

EFFECT OF ENGINE LUBRICANT ON CATALYST PERFORMANCE (Hydrocarbons Conversions)



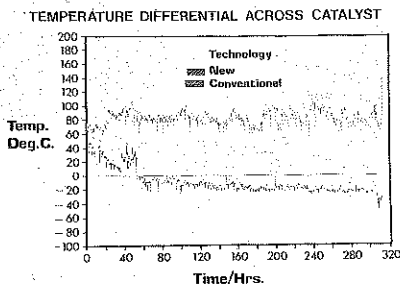
De omzetting van onverbrande koolwaterstoffen in water en kooldioxyde wordt zeer sterk negatief beïnvloed door fosfor. Na ongeveer één derde van de testperiode wordt er nog maar 50% van de HC door de katalysator omgezet.

EFFECT OF ENGINE LUBRICANT ON CATALYST PERFORMANCE (Nitric Oxides Conversions)



De omzetting van stikstofoxyden in stikstof wordt in mindere mate door de inwerking van fosfor belemmerd. Toch zal de goede werking van de katalysator veel langer behouden blijven als de gebruikelijke motorolie wordt vervangen door de olie die volgens een nieuwe technologie is samengesteld.

CASTROL CATALYST SCREENING TEST



Een goed werkende katalysator verbrandt de onverbrande koolwaterstoffen. Daarbij stijgt de uitlaatgastemperatuur en dat is te meten met thermokoppels. In deze grafiek is het verschil uitgezet tussen de temperatuur ná de katalysator en ervoor. Als dit temperatuurverschil positief is, werkt de katalysator goed. Zodra het verschil negatief is, is de omzetting van de koolwaterstoffen verstoord.

Duidelijk is te zien dat de gebruikelijke motorolie de katalysatorwerking al na korte tijd belemmert. Er treedt een temperatuurdaling op. Met de nieuwe olie blijft de katalysator goed functioneren.

Wat ook werd vastgesteld was, onder welke omstandigheden de schadelijke invloed tot stand komt. Dat blijkt vooral tijdens het opstarten van de koude motor te zijn. De olie die dan vanuit de cilinder in de uitlaat komt, verandert zodanig van samenstelling dat de fosfor schade toebrengt aan de katalysator. Dat betekent in de praktijk dat de katalysator voornamelijk tijdens korte ritten beschadigd wordt en het is juist onder die omstandigheden dat de meeste auto's worden gebruikt.

Beide constatering brachten Castrol ertoe een geheel nieuwe olietechnologie

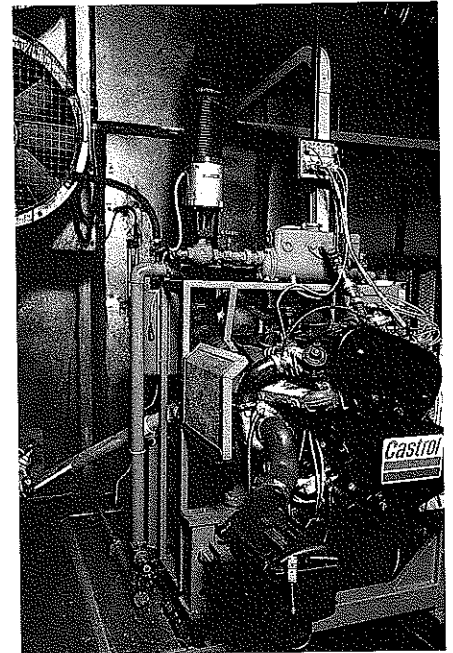
te ontwikkelen. Het ligt voor de hand om te zeggen: "haal de fosfor maar uit de olie net als het lood uit de benzine, en het probleem is opgelost". Zo eenvoudig is het echter niet.

5.3.3 Oxydatie en slijtage

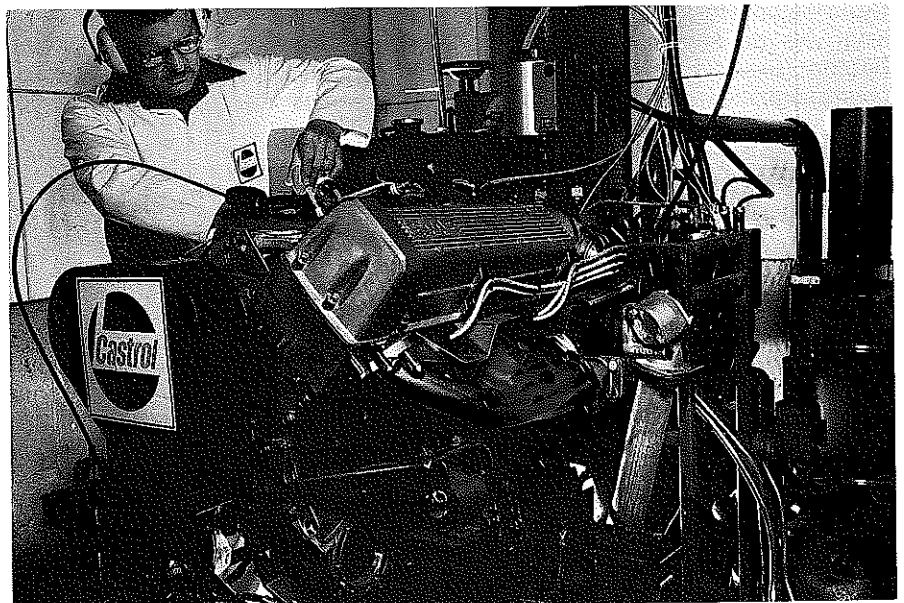
Het verwijderen van de fosfor uit de smeerolie is voorlopig nog niet mogelijk. Dat komt omdat twee heel belangrijke taken te vervullen hebben. Ze vormen een anti-oxydatie en anti-slijtage dope met bijzondere eigenschappen. Alle oliefabrikanten gebruiken deze toevoeging die bekend staan als ZDDP. De eerste en de laatste letter slaat op Zink en Fosfor. Het probleem is nu dat als deze dope wordt verminderd of weggelaten zowel de olie-oxydatie als de motorslijtage ongekende vormen zouden aannemen. De Japanse en Amerikaanse oliën hebben al lang een verlaagd fosforgehalte, hetgeen mogelijk is door de lagere thermische en mechanische belasting van de motoren daar. Ook in Australië worden zulke oliën geleverd.

Castrol moest zich dus bezinnen op een oplossing voor dit probleem en dat betekende een groots omgezet onderzoek waarbij tientallen oliesamenstellingen werden getest.

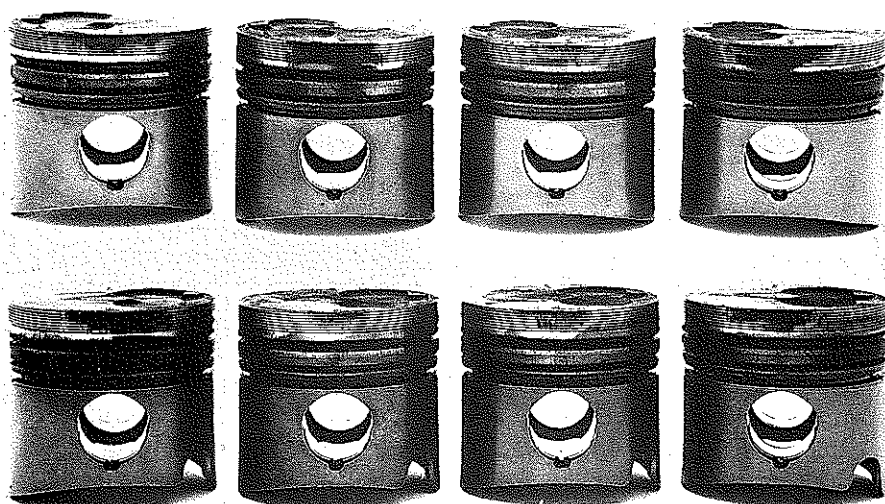
Toen het duidelijk was dat de nieuwe olietechnologie mogelijk was, dat wil zeggen oliën met aanzienlijk verlaagd fosforgehalte toch te laten voldoen aan de hoogste kwaliteitseisen, werd het onderzoek van het laboratorium naar buiten verplaatst.



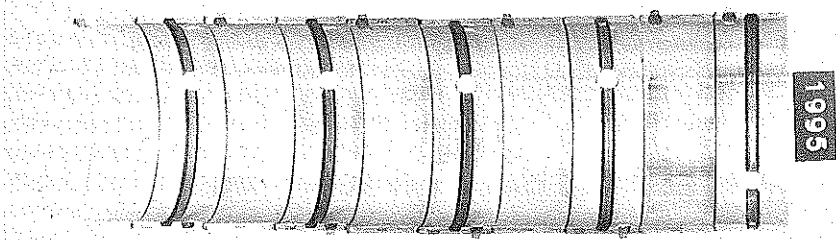
De VW turbo-dieselmotor wordt gebruikt om de smeerolie te testen op harsvorming in de bovenste zuigerveergroef. Turbo-dieselmotoren bereiken zeer hoge zuigertemperaturen waardoor de kans op het vastzitten van de bovenste zuigerveer erg groot is. Dit type motoren produceert onder bepaalde condities veel roet dat de smeerolie zwevend moet houden. Van daar de kortere olieversingstermijn dan bij benzinemotoren.



Een van de proefmotoren is deze Saab 900 turbo. Vooral in de lagers van de turbo wordt de olie erg heet. Kort na het stilzetten van de motor, nadat deze hoog belast is geweest, kan de olietemperatuur oplopen tot 300°C. Er mag dan geen verkoling optreden.



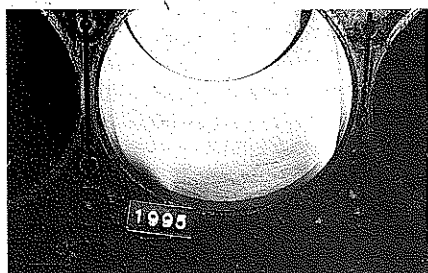
De zuigers van de VW turbo-diesel zien er na afloop van de door VW voorgeschreven test zeer schoon uit. De testolie was Castrol Formula RS 5W-50. Met deze olie blijven de zuigerveergroeven schoon en is er vrijwel geen asafzetting.



De krukaslagers van één van de testmotoren zijn na 100.000 km in zeer goede staat.

Alleen praktijkproeven met standaard auto's kunnen aantonen of de doelstelling inderdaad wordt gehaald. Castrol voerde de proeven uit met verschillende merken auto's. Bij Ricardo in Engeland werden twee 1,8 l VW Golf's gebruikt om de katalysatorvervuiling door de gebruikelijke olie en de nieuw ontwikkelde olie vast te stellen en met elkaar te vergelijken.

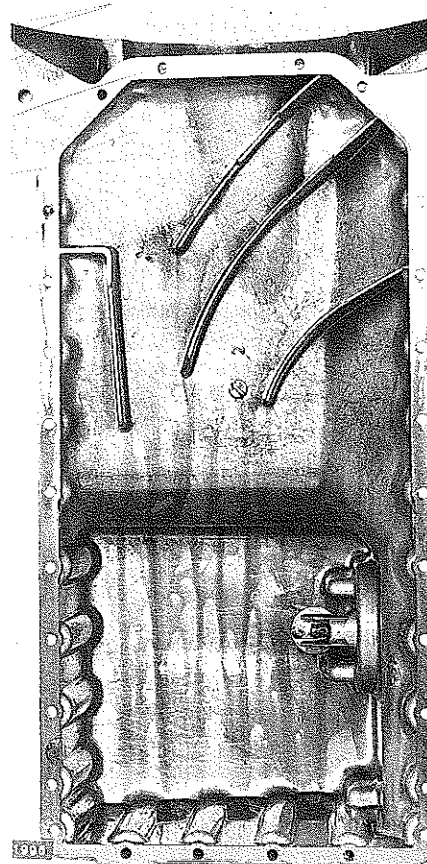
In Duitsland werden vier Mercedesen en vier BMW's aan een lange duurproef onderworpen. Honderdduizend kilometers legden zeven van de auto's af. Eén van de Mercedesen werd ernstig beschadigd tijdens een aanrijding, gelukkig kon de motor voor de proeven nog worden gebruikt. De resultaten van het onderzoek tonen duidelijk aan dat de nieuwe olietechnologie een succes is. De slijtage van en de vervuiling in alle motoren is minimaal. De olie werd gedurende een verversingstermijn van 10.000 km gebruikt en toonde na afloop daarvan geen oxydatieverschijnselen. In mei 1986 kwam Castrol GTX-3 als eerste minerale olie op de markt die volgens de nieuwe olietechnologie was gefabriceerd. Spoedig daarna volgde de half-synthetische TXT en de vol-synthetische Formula RS. Alle drie de producten voldoen aan de nieuwste smeerolespecificaties terwijl de katalysatorvervuiling tot een minimum is teruggebracht.



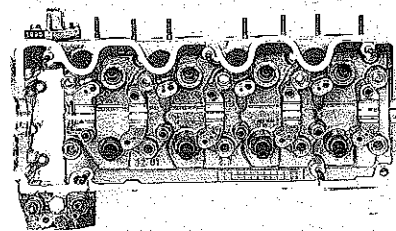
De cilinderboringen vertonen nog het bekende hoonprofiel, de strepen in lengterichting zijn op de zuiger niet terug te vinden. Het olieconsumptie was gedurende de hele test constant en bedroeg ongeveer 1 liter op 8500 km.

Literatuuroverzicht

AMT 46 (1986) 6 Katalysatorvriendelijk maken van smeeroilie niet eenvoudig.



De carterpan is helemaal schoon, er is nergens vuilafzetting te zien. De pan heeft voor de foto rechtop gestaan, vandaar de oliestrepen.



De cilinderkop is helemaal schoon en de nokkenaslagers zijn nog als nieuw. De klepgeleiderafdichtingen zijn soepel. Nergens een spoor van vuilafzetting.



De zuigerveren zitten los in hun groeven, er is weinig asafzetting op de zuigerbodems. De zuigerspelings heeft nog de standaardmaat.

6 Praktijkproblemen

Terecht kan de vraag worden gesteld: "Waarom reeds nu een topkwaliteit olie?" Het antwoord op die vraag wordt gegeven door wat er zich in de praktijk voordoet.

6.1 Invloeden van buitenaf

Sommige problemen ontstaan omdat er veranderingen optreden waarvan de gevolgen niet vooraf te overzien zijn.

6.1.1 Black-Sludge

De black-sludge geschiedenis heeft aangetoond dat zowel oudere als nieuwe motoren last kunnen hebben van deze zwarte drab. Wat ook gebleken is, is dat motoren die op een topkwaliteit olie draaien daar geen last van hebben. Met topkwaliteit worden oliën bedoeld die, toen de black-sludge gevallen zich begonnen voor te doen, een CCMC G3/PD1 of G2/PD1 aanduiding hadden. Nu zijn er speciale testmethoden ontwikkeld om oliën op bescherming tegen black-sludge te testen. Dat is echter achteraf en voorkomen is beter dan genezen.

Black-sludge vorming in een motor had dus kunnen worden voorkomen door het gebruik van een topkwaliteit olie,

ook in oudere motoren (zie ook paragraaf 6.4.3).

Zachte zwarte drab is nog te verwijderen door de motor te spoelen met Castrol BSR.

6.1.2 Carterontluchting

Ook het veranderen van de carterontluchting van een open naar een gesloten systeem brengt bij vele motoren problemen met zich mee. De oliehoudende dampen kunnen het carterventilatiesysteem en het inlaatsysteem vervuilen als er geen topkwaliteit olie wordt gebruikt. Als het carterventilatiesysteem vervuult, kan er overdruk in het carter ontstaan met als gevolg olie lekkage. Of het omgekeerde gebeurt, de terugslagklep blijft hangen en er wordt olie in het inlaatsysteem gezogen met als gevolg een hoog olie verbruik en ernstige vervuiling.

6.1.3 Katalysator

Er zijn al zeer vele motoren verkocht die voorzien zijn van een katalysator. Over enige tijd zal de uitlaatgassamenstelling van alle auto's nauwkeuriger worden gecontroleerd, waarschijnlijk elk jaar bij de APK keuring. Als nu al bekend is dat

bepaalde stoffen in de smeeroilie de goede werking van de katalysator belemmeren, is het dan niet wachten op het onvermijdelijke als er geen topkwaliteit olie wordt gebruikt? Hoewel de gerenommeerde topkwaliteitsoliën van de fabrikanten dikwijls al een lager fosforgehalte hebben dan gebruikelijk, is dit naar de mening van Castrol nog niet laag genoeg.

6.2 Technische redenen waarom een topkwaliteit olie problemen voorkomt

Er zijn in de voorafgaande hoofdstukken een aantal problemen genoemd die met een topkwaliteit olie niet voorkomen.

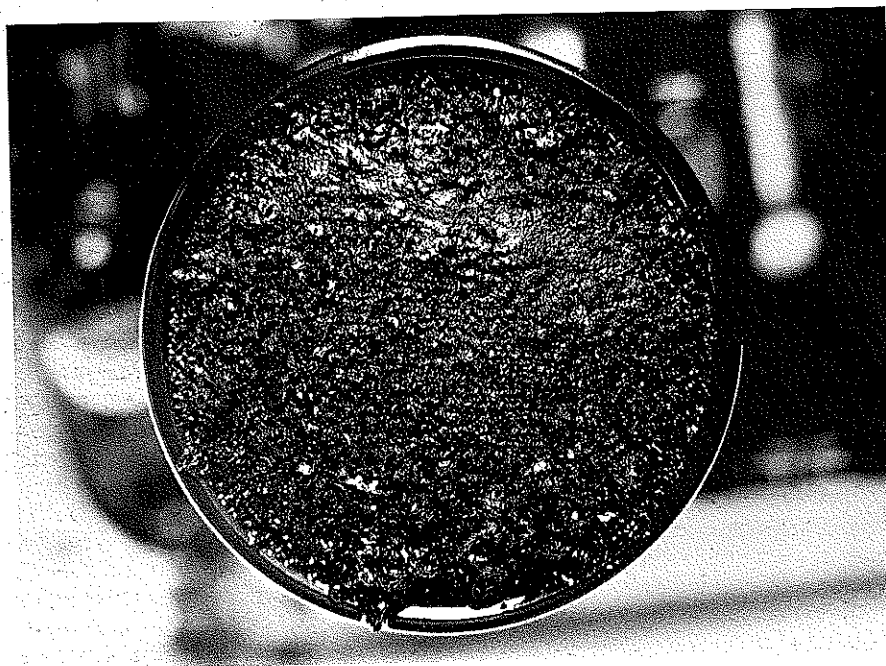
6.2.1 Motorvervuiling

Met motorvervuiling wordt nu niet de black-sludge bedoeld, maar de veel langer bekende witte en grijze drab. De witte drab wordt ook wel mayonaise genoemd en bestaat uit een emulsie van olie en water. Vooral in het koude jaargetijde vormt zich tijdens korte ritten door condensatie veel mayonaise in het kleppendecksel en de carterontluchting. Als de emulsie bevriest, kan het voorkomen dat een motor alle olie kwijtraakt omdat de klepdekselpakking wordt weggeblazen. Grijze drab komt voor bij motoren die korte stukjes rijden en op loodhoudende benzine draaien. Deze vette aanslag zit vooral op de kleppen-trein van motoren met bovenliggende nokkenassen. Een topkwaliteit olie zal beide vormen van vervuiling voorkomen en de motor schoonhouden.

6.2.2 Nokkenasslijtage

In hoofdstuk 4 is het onderling verband tussen sommige olietoevoegingen ter sprake gekomen. De reinigende dopes hebben een invloed op de antislijtage dope. Daarom worden de oliën die motoren moeten behoeden voor black-sludge tevens beproefd op hun slijtagevoorkomende werking. Vooral de nokkenas met de slepers, tuimelaars of stoters lopen gevaar spoedig te verslijten als de anti-slijtage dope het laat afweten. Het vinden van een juist evenwicht tussen alle olie-additieven is heel belangrijk. Vele additieven bezitten meer dan één functie zoals in hoofdstuk 5 staat beschreven.

De fabrikant van een topkwaliteit olie zal zeker aan deze punten aandacht schen-



De olie-aanzuigzeef van deze motor is totaal dichtgeslibt met black-sludge. Daardoor werd de smering belemmerd en trad er een totale motorschade op. Zulke schades komen zowel bij motoren voor die nog geen 10.000 km hebben gedraaid, als bij veel oudere motoren.

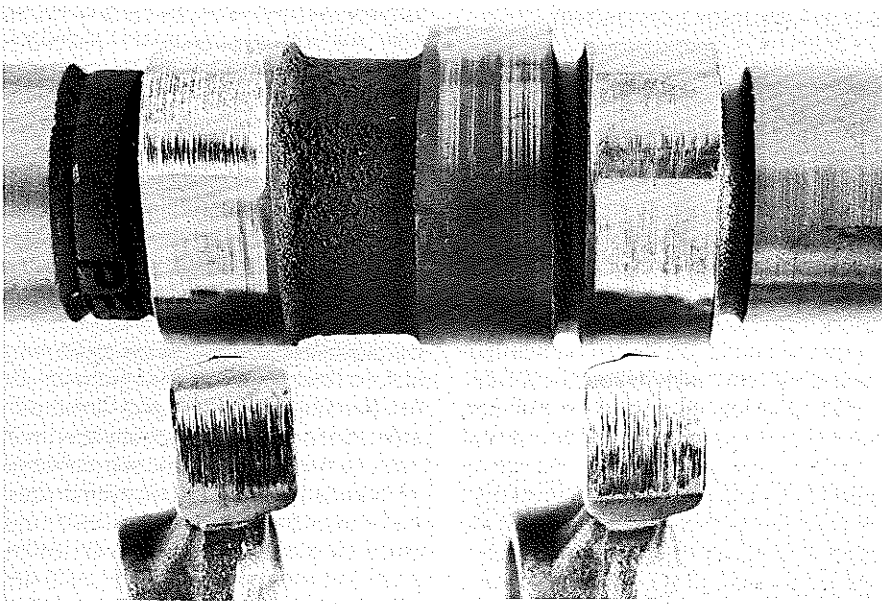


Foto versleten nokkenas

Een schade zoals bij deze nokkenas is opgetreden kan verschillende oorzaken hebben. Een zorgvuldig onderzoek zal nodig zijn om de juiste toedracht te achterhalen. Helaas is een olie-analyse vaak niet meer mogelijk omdat de olie is afgetapt. Bij vernieuwing is het nodig alle onderdelen te vervangen, ook die tuimelaars welke er nog redelijk uitzien. Ook de oliepomp en het overdrukventiel moeten worden geïnspecteerd omdat er veel slijpsel doorheen is gegaan.

ken en ervoor zorgen dat zijn produkt afdoende getest is.

Er zijn nog meer redenen waarom een nokkenas kan verslijten, deze redenen komen in paragraaf 6.4 aan de orde.

6.2.3 Verversingstermijn

Er is nog geen automobielfabrikant die de olie langer dan één jaar in de motor wil laten zitten. Er zijn fabrikanten die de olie pas na 20.000 km laten verversen. De narigheid met de black-sludge heeft een verdere verlenging vooralsnog een halt toegevoerd al is het niet ondenkbaar dat er na 1989 weer langere termijnen worden ingevoerd.

Het probleem voor de oliefabrikant is, dat zijn olie in alle typen motoren en onder alle bedrijfsomstandigheden moet voldoen. Er zijn mensen die slechts een paar duizend kilometers per jaar rijden en er zijn er die meer dan zeventigduizend kilometers per jaar afleggen. Er zijn er die vrijwel uitsluitend korte ritjes maken, terwijl bij anderen de motor de hele dag niet koud wordt.

Omdat een op maat gesneden advies omtrent de verversingstermijn niet te geven is, blijven de automobielfabrikanten aan de veilige kant. Zo komt het dat er verversingstermijnen zijn van 5000, 10.000 en 15.000 km. Bij auto's met IDI dieselmotoren ligt de verversingspe-

riode meestal op de helft van die van ottomotoren. Vaak zijn er "verzwaaarde bedrijfsomstandigheden", zoals korte ritten in de winter, caravan trekken, langdurig hard rijden. De olievernietigingstermijn moet dan worden gehalveerd, hetgeen ook geldt voor bepaalde inloopoliën, zie paragraaf 6.6.

De enige manier om alle problemen te vermijden, is het gebruik van een topkwaliteit olie en deze de normale termijn te laten zitten. Zo'n olie biedt onder alle omstandigheden de nodige bescherming tegen slijtage en vervuiling.

De redenen om de olie op de voorgescreven termijn te verversen komen in paragraaf 6.7 aan de orde.

6.2.4 Olieverbruik

Ook wat betreft olieconsumptie blijken er grote verschillen te zijn tussen een topkwaliteit olie en een van lagere kwaliteit. Zelfs al voldoen beide oliën aan dezelfde specificaties dan nog kunnen er belangrijke verschillen zijn. In hoofdstuk 4 staat bij de bespreking van het olieschoolrapport dat de cijfers die op dat rapport staan nooit worden gepubliceerd. Evenmin is bekend of de desbetreffende olie alle bij de specificatie behorende testen wel echt heeft ondergaan. Opnieuw is het de harde werkelijkheid die het verschil in kwaliteit aantoont. Meestal is de

basisolie, soms ook nog de viscositeits-indexverbeteraar de oorzaak van het hoge oliegebruik, meer hierover in paragraaf 6.5.1.

6.2.5 Hydraulische stoters of stelplunjers

In paragraaf 2.4 staat waarom hydrostoters of -stelplunjers soms problemen geven. Meestal zit er lucht in de olie of de zaak zit vast door lakvorming of corrosie. Een topkwaliteit olie zal deze problemen voorkomen.

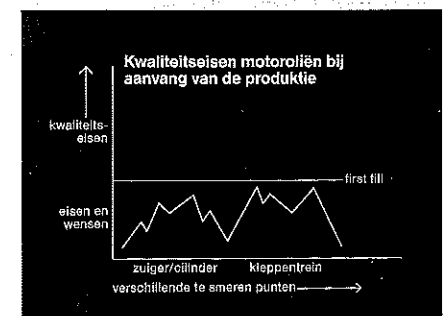
6.3 Oorzaken van klachten

Er zijn een aantal oorzaken aan te wijzen voor de klachten die er zijn met motoren. Het kennen van deze oorzaken kan vele problemen voorkomen.

6.3.1 Onjuist inlopen

Het inlopen of inrijden van motoren vindt niet altijd plaats op de juiste manier. Daarmee wordt niet het op vakantie gaan met een caravan achter de splinternieuwe auto bedoeld, nee, het gaat om de invloed van de smeeroilie op het inloopp proces.

Tijdens het inlopen moeten de hoogste ruwheidstoppen voorzichtig worden verwijderd zodat de over elkaar glijdende oppervlakken mooi glad worden. De meest kritische onderdelen zijn de zuigerveren en de kleppentrein. De olie die af fabriek in de motor zit, bestaat soms uit een speciaal produkt dat door de automobielfabrikant en de smeer-



In een nieuwe motor wordt door de fabriek een olie gedaan die aan bepaalde eisen en wensen voldoet. Zo moet de olie zorgen voor het inlopen van de zuigerveren, terwijl de kleppentrein niet mag slijten. Ook black-sludge moet worden vermeden hetgeen bij bepaalde oliesoorten niet het geval is. Het probleem van een juiste keuze van de inloopolie doet zich ook voor na een revisie.

olieleverancier is bepaald. Zulke inloopoliën komen echter steeds minder voor en daarvoor zijn drie hoofdredenen te noemen:

- De moderne bewerkingsmachines zorgen voor een gladdere afwerking van alle oppervlakken, waardoor het inlopen veel minder lang duurt dan vroeger.
- De mechanische belastingen, met name in de kleppentrein, zijn zeer hoog zodat de olie van goede kwaliteit moet zijn om slijtage te voorkomen.
- De olie mag geen motorvervuiling veroorzaken, zeker geen black-sludge, en dat kan alleen als de oliekwiteit hoog is.

Om deze redenen komt het steeds vaker voor dat motoren af fabriek gevuld zijn met een topkwaliteit motorolie.

Blijft over de vraag hoe lang deze olie in de motor moet blijven zitten. Hier lopen de meningen van de fabrikanten ver uiteen. Sommigen willen de eerste olieversersing al na 1000 km, anderen pas na 15.000 km. Veel hangt af van de bewerkingsnauwkeurigheid en de wijze van inlopen op de fabriek. Als de motoren daar gedraaid hebben en gespoeld zijn na het draaien, kan de olie die er daarna ingaat langer blijven zitten dan in een motor die helemaal nog niet gelopen heeft.

Zeker is het dat het eerder verversen dan de automobiefabrikant opgeeft niet raadzaam is. Het inloopproces wordt dan gestopt omdat de olie niet meer werkt als een polijstvloestof, alle fijne deeltjes die niet worden uitgefilterd, zijn met het olieversen verdwenen. Soms heeft dat tot gevolg dat het olieverbruik niet tot een aanvaardbare waarde daalt, zelfs niet na 10.000 km.

Er bestaan speciale vloeistoffen die aan de brandstof kunnen worden toegevoegd en die in de verbrandingskamer een soort schuurmiddel vormen. Daarmee is het inloopproces te beïnvloeden zonder demonteren van de motor.

Motoren die op gas draaien, lopen langzamer in dan die welke op benzine draaien. Daarom bevelen veel importeurs aan een motor minstens 1000 km op benzine te laten lopen.

Voor geheel of gedeeltelijk gereviseerde motoren geldt in feite hetzelfde verhaal. Het is raadzaam nokkassen en zuigers te voorzien van een dunne laag molybdeen-disulfide-pasta of een glijlak erop aan te brengen. Vervang bij revisie altijd alle onderdelen van de kleppentrein tegelijk, nooit alleen de nokkenas of alleen de slepers. Bij het olieversen is het verstandig om ook het filter te vervangen.

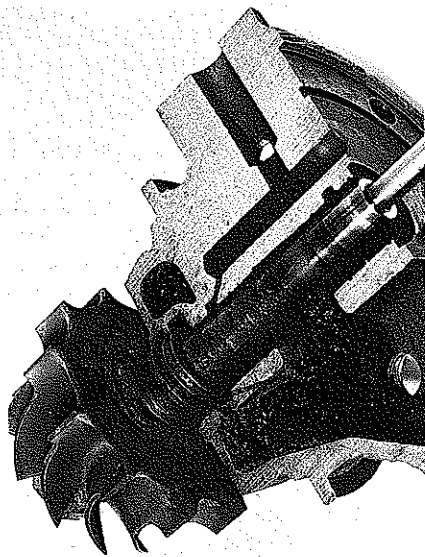
6.3.2 Onjuiste viscositeit

Klachten met name over versleten nokkassen, uitgeslagen zuigerveren en blauwe zuigerpennen kunnen te wijten zijn aan een olie met een te hoge viscositeit bij de koude start. Het duurt dan te lang om de oliecirculatie op gang te brengen. Vooral als de winters kouder zijn dan normaal ontstaan er flink wat schades als gevolg van een hoge olieviscositeit. Denk hierbij ook aan de wintersportvakantie, onder die omstandigheden blijkt ook vaak dat de olie te "dik" is. Dit type schade openbaart zich pas maanden later als niemand meer denkt aan de strenge winter. Dat is één van de redenen waarom SAE 20W-Y oliën niet meer aan te bevelen zijn voor de moderne motoren.

Bij zomervakanties naar het zonnige Zuiden wordt er soms niet gedacht aan de hoge olietemperaturen die kunnen optreden. Een olie met een CCMC G2, G3 en/of PD1 aanduiding van een gerenomeerd merk zal de motor probleemloos smeren. Schades als gevolg van een te dunne oliefilm bij hete motor lijken veel op die welke bij koude motor door oliegebrek ontstaan, ze komen meestal gedurende de wintermaanden aan het daglicht, maanden nadat het kwaad geschied is.

6.3.3 Te snel afgezette turbomotoren

Benzinemotoren met turbo mogen na een snelle rit of hoge belasting niet



Koolaanslag in het huis van een uitlaatgasdrukvlugroep - turbo - is funest voor de smering. De lagers zullen uitlopen waardoor de turbo onherstelbaar wordt beschadigd.

zomaar worden afgezet. Laat de motor een minuut iets versneld stationair draaien om de turbo de tijd te geven af te koelen. Op die manier wordt koolaanslag in de turbo vermeden. De autofabrikanten passen steeds meer watergekoelde turbo's toe, daarbij treden de hoge olietemperaturen niet meer op. Toch is het raadzaam om ook bij deze turbo's de motor niet te snel af te zetten na een hoge belasting om materiaalspanningen te vermijden.

Bij dieselmotoren wordt de turbo lang niet zo heet als bij benzinemotoren. Bij het krachtig optrekken met turbo-dieselmotoren vanuit lage toerentallen is er vaak te weinig lucht voor een volledige verbranding met als gevolg zwarte rook. Turbo-dieselmotoren vervuilen de smeerolie dan ook in sterke mate, vooral als er fors mee gereden wordt, want een deel van het roet komt via de zuigerveren in de smeerolie terecht waardoor deze indikt. Daardoor komt de smering trager op gang en kan de anti-slijtage dope te kort schieten. Het meeste gevaar loopt dan ook de bovenliggende nokkenas.

6.3.4 Te snelle acceleratie met koude motor

Zoals in hoofdstuk 3 is uitgelegd duurt het even voordat de smering bij een koude motor helemaal op gang is gekomen. Hoe lager de olieviscositeit, hoe sneller het gaat, maar dan moet wel het toerental laag blijven. Als het toerental hoog wordt opgevoerd, zal de oliedruk door de weerstand van de nog "dikke" olie in de leidingen zo hoog oplopen dat het overdrukventiel opengaat. Er stroomt dan olie terug naar het carter of de pomp, niet naar de te smeren delen van de motor. Als er kort na de koude start ingevoegd moet worden in het verkeer op de snelweg, kan dat voor ongewenste problemen zorgen met de smering. De verschijnselen zijn gelijk aan die, die in paragraaf 6.3.2 zijn genoemd bij de olie met een te hoge viscositeit bij de koude start.

Laat de motor na de start iets versneld stationair draaien en rijd daarna weg zonder het toerental te hoog te laten oplopen. Pas als het koelwater op temperatuur is, kan het toerental zonder bezwaar worden verhoogd. Het gebruik van een SAE 10W-Y of SAE 5W-Y olie zal de smering sneller op gang brengen dan een SAE 15W-Y.

6.3.5 Te lange verversings-termijn

Zelfs oliën van topkwaliteit zoals die, welke een CCMC G3/PD1 specificatie hebben, mogen niet te lang in een motor blijven zitten. De maximaal opgegeven olieversingstermijn in tijd of in afstand moet gezien worden als een uiterste grens. Dat het mogelijk is veel langer met een olie te doen dan 20.000 km of 1 jaar is bekend, maar zonder een grondige olie-analyse in een laboratorium is het verlengen van de door de fabrikant opgegeven termijn riskant. Een uitzondering wordt gemaakt voor motoren die zoveel olie gebruiken dat er regelmatig nieuwe olie moet worden bijgevuld. Zo'n situatie is echter niet normaal, bij de moderne motoren in goede conditie is een olieverbruik van 1 liter op 5000 tot 10.000 km gebruikelijk. Een hoger verbruik komt voor bij sportmotoren, een lager verbruik is geen zeldzaamheid.

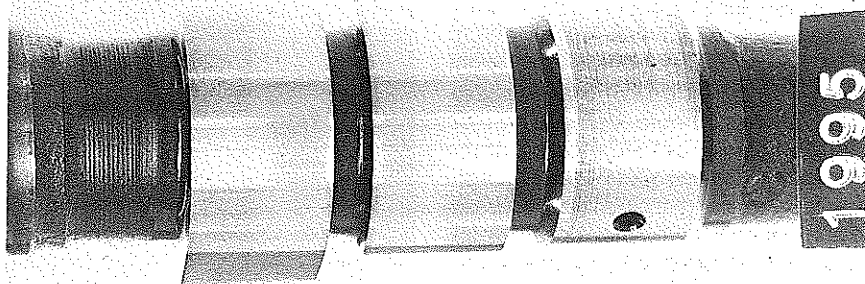
Bij een te lange verversingstermijn kan de olie-oxydatie in korte tijd voor een indikking en verzuring zorgen die ernstige gevolgen kan hebben voor de smering en de krukaslagers. Ook is het mogelijk dat het zwevend gehouden vuil plotseling uitzakt als de capaciteit van de dispersant uitgeput is. Vooral IDI dieselmotoren lopen dit risico, zeker als er een turbo is toegepast.

6.3.6 Te laag stationair toerental

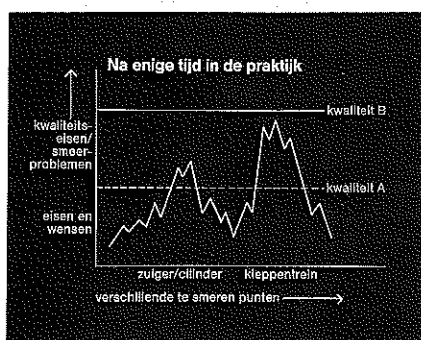
Het stationair toerental mag niet te laag worden afgesteld omdat er anders bij hete motor nokkenslijtage kan optreden. Dat komt omdat er slechts weinig olie wordt rondgepompt en deze olie gemakkelijk wegstroomt uit alle lagere omdat de viscositeit laag is en de spelingen groot zijn. Er wordt dus weinig olie naar de cilinderkop gepompt, zodat de oliedruk daar vrijwel nihil is. Bij lage toerentallen worden vooral de punten van de nokken hoog belast en dan kunnen er door de lage viscositeit van de olie problemen met de smering ontstaan.

6.3.7 Te lage oliekwaliteit

Dat een te lage oliekwaliteit de oorzaak van klachten kan zijn, wordt aangetoond door onderzoeken van importeurs en automobiefabrikanten. Bepaalde schades blijken met sommige oliën vaker voor te komen dan met andere. Daarbij speelt de kwaliteit van de olie een grotere rol dan het merk van de olie. Een bepaalde kwaliteit is nu eenmaal



Zo zag één van de nokkenassen van de Mercedes eruit na de 100.000 km test op Castrol olie. Zoals duidelijk te zien is, is de slijtage minimaal.



Uit onderzoek van dealers, importeurs en autofabrikanten is duidelijk gebleken dat motorslijtage - en motorvervuiling - sterk afhankelijk zijn van de kwaliteit van de smeeroilie. Soms blijkt dat uit een hoog oliegebruik, soms uit slijtage van de kleppentrein. Voor een oliëfabrikant is het raadzaam het additievenpakket van de verschillende type oliën altijd op topkwaliteit te houden, de verdere eigenschappen hangen dan af van het type basisolie (mineraal of synthetisch).

gebonden aan een bepaald prijskaartje. Bij Castrol is de kwaliteit van de topproducten GTX-3, TXT en Formula RS nagenoeg gelijk. Het verschil in de prijs zit in de gebruikte basisoliën, synthetische oliën zijn drie- tot vijfmaal zo duur als minerale oliën.

6.3.8 Te lage kwaliteit van de benzine

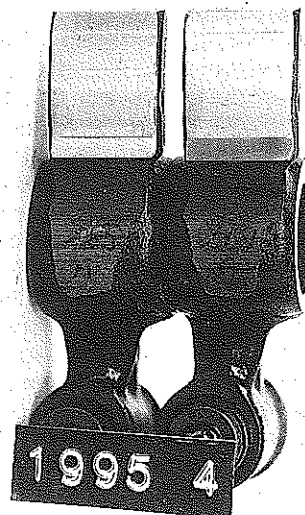
De verandering in de benzinesamenstelling heeft soms tot gevolg dat onderdelen van de verbrandingskamer worden beschadigd. Als gevolg van het verlagen van het loodgehalte is het moeilijk om de klopvastheid van de brandstof op peil te houden. Met het Research octaangetal gaat het nog wel, met het motoroctaangetal lukt het minder goed.

Dat heeft tot gevolg dat er bij hoge toerentallen een vorm van detonatie optreedt die in vakkringen "high-speed knock" wordt genoemd.

De daarbij optredende hoge temperatuur - en drukpieken leiden tot schade aan bougies, zuigerveerdammen en koppakkingen.

6.4 Slijtage-oorzaken van de kleppentrein

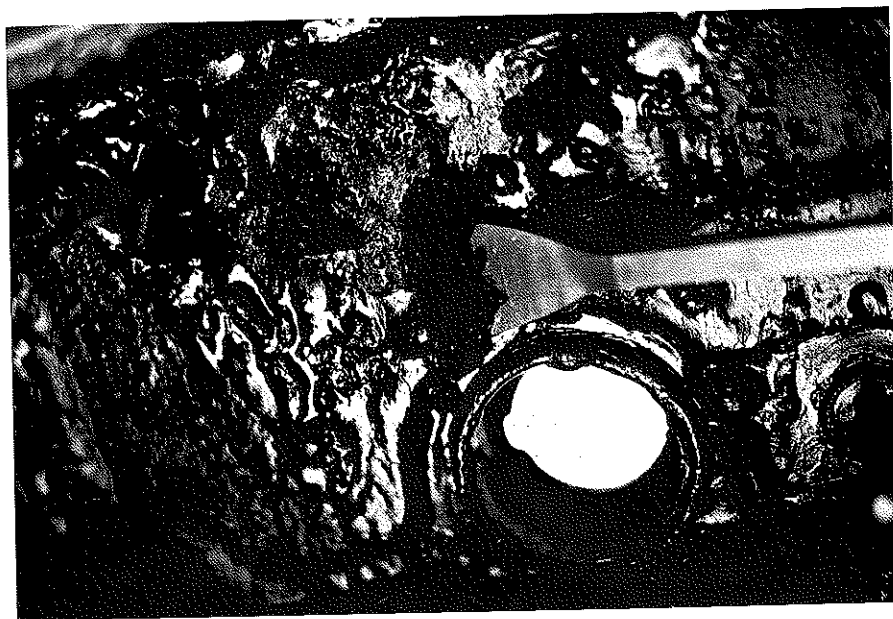
De oorzaken voor slijtage van de kleppentrein zijn talrijk en meestal is het moeilijk vast te stellen wat de juiste oorzaak is geweest.



Ook de tuimelaarloopvlakken zijn na 100.000 km in zeer goede staat. De dwarsstrepen die bijna op het midden van het loopvlak staan, komen vaker voor bij tuimelaars. Het geeft het punt aan waar de top van de nok staat. Misschien wordt bij stilstand of langzaam draaien het materiaal van de sleper iets ingedrukt.

6.4.1 Materiaalparings- en hardingsfouten

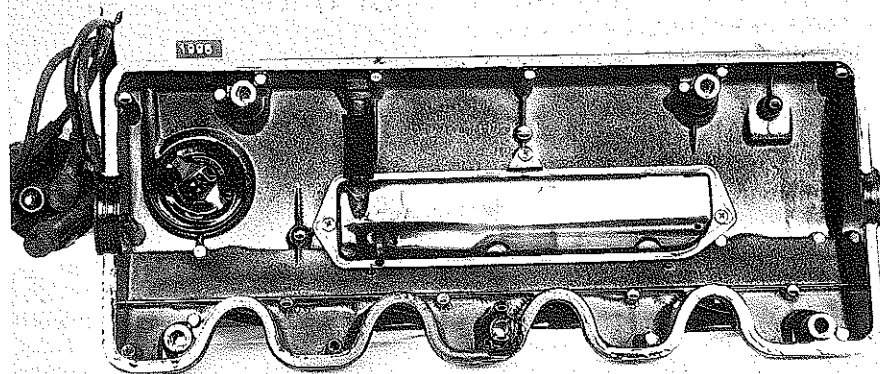
Schade als gevolg van een verkeerd materiaal van de nokkenas of een verkeerd hardingsproces komen regelmatig voor. Meestal gaat het om een bepaalde serie motoren waarin deze onderdelen zijn geplaatst en ontstaan de klachten bij ongeveer dezelfde kilometerstand. De fabriek kan nagaan om welke motornummers het gaat en de schade wordt als garantie afgewerkt. De grote hoeveelheid slijpsel is vooral schadelijk voor de oliepomp en het overdrukventiel, het is raadzaam om deze onderdelen te inspecteren of, beter nog, te vervangen.



Het kleppendecksel bevat zoveel zwarte drab dat het eruit geschekt kan worden. Het betreft dezelfde motor als die waarvoor de aanzuigzeef bij paragraaf 6.1.1 is afgebeeld.

6.4.2 Montagefouten

Montagefouten komen in het algemeen snel aan het daglicht. Soms zit er vuil in een olieleiding of zijn er onderdelen verkeerd gemonteerd. Bij revisie wordt soms niet de hele kleppentrein vernieuwd, maar alleen de nokkenas. Dit is niet verstandig omdat het oppervlak van de stoters of slepers ook beschadigd is. Alles vernieuwen blijkt toch goedkoper te zijn. Onderdelen droog monteren is evenmin aan te raden, insmeren met molybdeendisulfidepasta of bespuiten met glijlak direct na het ontvetten is zeer verstandig.



Hoe schoon een kleppendecksel aan de binnenkant kan zijn, is te zien op deze foto van een Mercedes kleppendecksel na afloop van de Castrol lange duur proef. Let op de klinknagels van de bladveer van de olievuldop en de roestvaststalen spatplaat. Dat de motor af en toe zeer heet is geweest, is te zien aan de donkere kleur van de olielaag op het deksel.

6.4.3 "Black-sludge"

Black-sludge zorgt ervoor dat de olie verzuurt doordat er zich stikstof (N_2)-verbindingen vormen, de term "noxydatie" wordt zelfs gebruikt om aan te geven dat het verschijnsel lijkt op het oxyderen van olie door zuurstof. De smeerolie-additieven zullen proberen dit proces tegen te gaan en worden daarbij opgebruikt. Het is gebleken dat ook de anti-slijtage dope bij deze gang van zaken is betrokken en zodra deze toevoeging onvoldoende aanwezig is, is slijtage niet te vermijden.

Black-sludge kan zich ook vormen in de oliekanalen waardoor er steeds minder olie naar de kleppentrein gaat of door de holle nokkenas stroomt. Door gebrek aan olie loopt de temperatuur hoger op dan normaal waardoor de smeerfilm te dun wordt.

Als er bij een versleten kleppentrein zwarte drab wordt geconstateerd is het raadzaam de carterpan te demonteren om na te gaan of de oliepompzeef volledig open is, zie ook paragraaf 6.1.1.

6.4.4 Oliekwaliteit

Deze oorzaak van slijtage is al besproken in paragraaf 6.3.7. Gebruik van een topkwaliteit olie van een gerenommeerd merk is aan te raden.

6.4.5 Koude-stopslijtage

Als motoren niet lang genoeg draaien na de koude start om alle olie te laten circuleren, ontstaat er slijtage bij de volgende keer starten. Vooral onderdelen van de kleppentrein die het laatst van smeerolie worden voorzien, lopen een groot risico droog te draaien. Onderdelen waarop

enige tijd geen olie terecht komt, kunnen gaan oxyderen. Als dat gebeurt met de nokkenas of een tuimelaar zal er extra slijtage optreden. Deze vorm van nokkenasslijtage is te voorkomen door de motor lang genoeg te laten draaien om overal voldoende olie te brengen.

6.4.6 Olieviscositeit

Hierover is het nodige reeds gezegd in paragraaf 6.3.2 en het zal duidelijk zijn dat een olie met CCMC specificatie aan te raden is, zeker voor een reis naar het Zuiden. Een SAE 5W-Y of 10W-Y olie zorgt voor een snelle olietoevoer naar de

nokkenas als het koud is.

Bij (turbo)dieselmotoren zal een 15W-Y olie snel veranderen in een 20W-Y waardoor de smering van de nokkenas gevaar loopt. Een 10W-Y zal in dat opzicht gunstiger zijn, terwijl een 5W-Y olie zelfs met veel roet erin nog altijd voor een vlotte smering zal zorgen.

6.4.7 Koude start

Zie paragraaf 6.3.4 over de gevolgen van een te hoog toerental direct na de koude start. Een SAE 10W-Y of liever nog een SAE 5W-Y zal bij temperaturen tot -10°C voldoende vloeibaar zijn om te voorkomen dat het overdrukventiel lang openstaat. Bij lagere temperaturen moet het toerental dus niet te hoog worden opgevoerd, zie paragraaf 6.3.4.

6.4.8 Te laag stationair toerental

In paragraaf 6.3.6 is uitgelegd hoe het komt dat er bij een te laag stationair toerental en een hoge olietemperatuur nokkenaslijtage kan optreden. Onder deze omstandigheden is een topkwaliteit olie met CCMC specificatie van groot belang.

6.4.9 Doorgeblazen brandstof en water

Het is niet te vermijden dat er bij koude motor brandstof en waterdamp langs de zuiger blaast - vandaar de uitdrukking "blow-by" - en in het carter terecht komt. Omdat water, benzine en dieselolie een lage viscositeit hebben, wordt ook de smeeroilie in viscositeit verlaagd. Hoe meer water of brandstof in olie, hoe lager de viscositeit. Weliswaar zal de koude olie dan sneller worden rondgepompt, maar daar staat tegenover, dat de smeerfilm niet erg dik is.

Als er waterlekage is, komt er koelvloeistof bij de smeeroilie. Er vormen zich dan zure vervuilingen, die de krukaslagers kunnen aantasten.

6.5 Olieverbruik

Het merkwaardige met zowel een hoog als een laag olieconsumptie is, dat de gevolgen in beide gevallen gelijk zijn: motorslijtage. Een hoog olieconsumptie zorgt vaak voor een te laag oliepeil waardoor er bij optrekken en remmen, in bochten en op hellingen af en toe lucht wordt aangezogen door de oliepomp.

Een laag olieconsumptie heeft vaak olie-

indikking tot gevolg door oxydatie of vervuiling. De viscositeit wordt dan te hoog, waardoor er te weinig olie circuleert na de koude start, met als gevolg: slijtage.

6.5.1 Hoog olieconsumptie

Een hoog olieconsumptie kan verschillende oorzaken hebben die in willekeurige volgorde worden besproken. Olieconsumptie heeft bijvullen van olie tot gevolg. Met een tweemaal zo lange verversingstermijn moet er, bij hetzelfde olieconsumptie, tweemaal zoveel olie worden bijgevuld. Het lijkt dan alsof het verbruik hoger is.

Verdamping basisolie

Bij het fabriceren van moderne multigrade oliën worden soms basisoliën gebruikt met een zeer lage viscositeit. Zulke oliën moeten van buitengewone kwaliteit zijn willen ze niet verdampen als ze op de hete cilinderwand terechtkomen. Gewone minerale basisoliën worden daarom meestal niet meer gebruikt om SAE 10W-Y oliën mee te maken. Speciale minerale oliën zoals hydro-crack oliën en synthetische oliën voldoen veel beter. Als de basisolie verdamppt, betekent dat dat er gedurende een korte tijd een hoog olieconsumptie optreedt, direct na het verversen en tijdens een lange rit bij hoge belasting. Daarna blijft het oliepeil constant, maar de overgebleven olie heeft een hogere viscositeit dan tevoren.

Grote spelingen, olieschraapveren

Een motor die van huis uit of door slijtage een grote speling heeft tussen de zuiger en de cilinderwand, zal meer olie verbruiken dan een motor waarbij de zuiger strak past in de boring. Ook de olieschraapveren hebben een grote invloed, soms nog meer dan de zuiger-spieling. Er bestaan speciale olieschraapveren om een hoog olieconsumptie tot normale waarden terug te brengen.

Lekke klepgeleiderafdichtingen

Voorals als de onderdruk in de inlaat hoog is, dus tijdens gasloslaten en bij kleine gasklepopeningen kan er olie langs de inlaatklepstelen worden aangezogen als de klepgeleiderafdichtingen lek zijn. In stadsverkeer, bij afdalingen in de bergen en bij inhouden op de snelweg kan het olieconsumptie behoorlijk oplopen. Vervanging van de "seals" en een olie die het rubber soepel houdt, zijn de maatregelen die genomen moeten worden.

Blijvend viscositeitsverlies

In hoofdstuk 4 kwamen de viscositeits-indexverbeteraars aan de orde en het verschijnsel van blijvend viscositeitsverlies. Het resultaat ervan is een lage olieviscositeit bij hoge temperaturen en daardoor een hoog olieconsumptie. Dit olieconsumptie ontstaat pas als de olie enige tijd in de motor zit en regelmatig hoog wordt belast. Het is een kwaliteitstest, want een topkwaliteit olie zal gedurende de hele verversingstermijn dezelfde viscositeit behouden. Een oliedrukmeter toont ook aan dat de viscositeit verandert, de druk bij warme motor neemt af als de viscositeit daalt.

Eerste olie te vroeg vervangen

Over een hoog olieconsumptie als gevolg van het te vroeg vervangen van de fabrieksolie staat in paragraaf 6.3.1 het nodige geschreven. Moeilijk te verklaren is het feit dat er bij sommige Japanse motoren, waarbij de fabrieksolie te vroeg verversed is, pas na 30.000 of meer kilometers een hoog olieconsumptie optreedt. De cilinderwand blijkt dan de hoongroeven te zijn kwijtgeraakt waardoor de olieschraapveer zijn werk niet goed meer kan doen. Dit verschijnsel lijkt veel op het bij vrachtwagendieselmotoren voorkomende "bore-polishing". Daarbij poetst de kool boven de bovenste zuigerveer de cilinderboring spiegelglad.

6.5.2 Laag olieconsumptie

Ook voor een laag of niet meetbaar olieconsumptie zijn enkele oorzaken aan te wijzen. Er wordt vaak gedacht dat het een goede zaak is als de motor geen olie verbruikt, maar zowel de klepgeleiders als de zuigerveren moeten worden gesmeerd en de olie die daar voor nodig is, komt niet terug in het carter. In de praktijk is het vaak zo dat er iets anders in de olie terecht komt, bijvoorbeeld brandstof en dat compenseert het verbruik aan olie. Alleen een analyse van de smeeroilie geeft daaromtrent zekerheid.

Olie-oxydatie

Als de olie oxydeert, wordt de viscositeit ervan hoger. Daardoor daalt het olieconsumptie, maar de olie zal minder snel circuleren hetgeen vooral bij de koude start voor slijtage kan zorgen.

Olievervuiling

Bij dieselmotoren, vooral IDI diesels met turbo, komt er roet in de smeeroilie terecht. Daardoor neemt de viscositeit van de olie toe en het olieconsumptie daalt.

Te hoge viscositeit

Afgezien van de in de voorafgaande paragrafen genoemde redenen voor een te hoge olieviscositeit, kan het ook voorkomen dat er een olie wordt gebruikt die een te hoge viscositeit heeft. Als het oliegebruik vooral bij koude motor optreedt en het gevolg is van een grote zuigerspeling, lijkt een "dikker" olie een goede oplossing. Maar daarbij wordt de smering van de kleppentrein vergeten. Vooral bij een bovenliggende nokkenas duurt het veel langer voor er voldoende olie is om alles te smeren. Het oliegebruik daalt wel, maar er komt een ander probleem voor in de plaats: nokkenasslijtage.

6.6 Black-Sludge

6.6.1 Het ontstaan van black-sludge

Hoewel er al veel gezegd is over deze zwarte drab, is over de oorzaken van het ontstaan nog weinig gezegd. Black-sludge is pas ontstaan nadat er minder lood in de benzine werd gedaan en er nieuwe anti-klop-middelen voor in de plaats kwamen. Dat betekent ook dat dieselmotoren en motoren die op auto-gas draaien er geen last van hebben, al wordt de door roet vervuilde smeeroilie van dieselmotoren wel eens aangezien voor Black-Sludge. Black-Sludge is taai, zurig en vormt bij hoge olietemperaturen een soort zwarte kunststof. Het carterventilatiesysteem heeft invloed op de vorming van alle soorten drab. Bij motoren die schone lucht aanzuigen via het kleppendecksel en de carterdampen afvoeren vanaf het motorblok naar het inlaatsysteem, komt minder snel witte, grijze of zwarte drab voor dan bij motoren die de carterdampen via het kleppendecksel afvoeren.

Vooraf op korte afstanden worden deze producten gevormd, omdat de olie niet voldoende op temperatuur komt. Bij bepaalde motoren vormen zich veel stikstofoxyden (NO_x) in de verbrandingskamer. Deze gassen komen langs de zuigerveren in het carter terecht en reageren daar met de smeeroiliedampen. De daarbij gevormde chemische producten worden meegevoerd met de carterventilatie-dampen en slaan neer op koude plaatsen. Als de olie deze producten niet losweekt en zwevend houdt, vormt zich de bekende zwarte drab. Sommige oliën houden de drab wel zwevend, maar niet lang genoeg zodat de drab zich alsnog zal gaan afzetten, heel vaak onderin het motorblok.

De echte problemen ontstaan pas door het dichtslibben van de oliekanalen en

de olie-aanzuigzeef, meestal kort na het olieerversen omdat er dan veel drab wordt losgeweekt door de olie.

6.6.2 Motoren reinigen van black-sludge

Zolang de drab nog zacht is, is deze met een speciale reinigingolie te verwijderen. Castrol BSR lost het vuil op, zodat ook de oliekanalen weer schoon worden. Bij een zeer vuile motor is het noodzakelijk het olie-aanzuigfilter te inspecteren. Gebruik na het schoonmaken een topkwaliteit olie die op de VW- of Mercedeslijst voorkomt, daarmee voorkomt u dat er zich opnieuw black-sludge vormt. De olieversingstermijn die de automobiefabrikant opgeeft, mag niet worden overschreden.

6.6.3 Black-sludge en inlopen

Bij een onderzoek in Duitsland is gebleken dat er door bepaalde automerken af-fabriek oliën worden gebruikt die niet in staat zijn black-sludge te voorkomen als ze lang in de motor blijven zitten. Omdat de kwaliteit van de olie ook invloed heeft op het inlopen van de motor, zie paragraaf 6.2.3, mag de olie niet te vroeg worden vervangen. Het beste compromis is dan ook de verversingstermijn te halveren, 5000 km of een half jaar is het maximum voor zulke oliën. Dit is een zaak die de importeurs goed in de gaten moeten houden in verband met mogelijke problemen binnen de garantieperiode.

6.7 Olieerversen

6.7.1 Olieerversingstermijn

Hoewel de olieerversingstermijnen gedurende de laatste paar jaren sterk zijn toegenomen en in sommige gevallen de 20.000 km of 1 jaar hebben bereikt, is het duidelijk geworden dat het risico van motorvervuiling erg groot is. Er zijn automobiefabrikanten die het verlengen van de verversingstermijn hebben uitgesteld en er zijn er die de termijn hebben teruggebracht. Vrijwel niemand stoort zich aan het advies in de instructieboekjes dat olie op de halve termijn moet worden ververst als de bedrijfsomstandigheden zwaar zijn. Korte ritten, vooral in de winter, caravan trekken, snelle ritten en stoffige wegen zorgen ervoor dat de smeeroilie vaker moet worden ververst.

6.7.2 Olie-analyse

Er zijn bedrijfsomstandigheden die het mogelijk maken de olie veel langer te gebruiken dan normaal. Alleen een regelmatige olie-analyse kan echter uitsluitend geven of verder gebruik toegestaan is. Bij vrachtwagenmotoren heeft zo'n controle zin omdat de kosten van de olie-analyse gering zijn ten opzichte van de besparing aan olie en materiaal. Dank zij de analyse wordt namelijk ook de conditie van de motor in de gaten gehouden. De olie van de dieselmotoren van de Nederlandse Spoorwegen wordt pas ververst als daartoe aanleiding bestaat. Een uitgebreid laboratorium is nodig om tot een verantwoorde besluitvorming te komen. Bij auto's is zo iets ondenkbaar en daarom kan alleen de automobiefabrikant in overleg met de olieleveranciers de olieerversingstermijn bepalen. Er bestaat geen eenvoudige manier om vast te stellen of smeeroilie nog langer mee kan of niet, er zijn teveel zaken die een rol spelen.

6.7.3 Olievervuiling

Smeeroilie stroomt door de hele motor en komt in aanraking met alle onderdelen. De temperatuur van de olie kan plaatselijk oplopen tot 300°C , de druk die er soms op wordt uitgeoefend is enorm. Tussen snel langs elkaar glijdende onderdelen wordt de olie afgeschoven omdat één deel ervan aan het stilstaande en het andere deel aan het bewegende oppervlak gekleefd zit. Er komen verschillende vloeistoffen en gassen in de olie terecht, meestal gaat het om verbrandingsproducten, soms om producten door lekkage. Onvermijdelijk zijn de slijtagedeeltjes, of ze nu van rubber, kunststof, metaal of keramiek zijn. De olie moet deze zwevend houden.

De additieven in de olie moeten de motor perfect schoonhouden en voorkomen dat er drab ontstaat. Zuren moeten worden geneutraliseerd en oxydatie moet worden voorkomen, zie het olieschoolrapport in hoofdstuk 4. Als de olie één van deze taken niet meer kan doen, ontstaan er problemen, zelfs bij een olie van topkwaliteit. Daarom moet er op tijd worden ververst.

6.7.4 Oliefilter vervangen

Aan oliefilters worden hoge eisen gesteld en het is raadzaam het filter op tijd te vernieuwen. Sommige fabrikanten geven op dat het filter niet bij iedere keer olieerversen hoeft te worden vervan-

gen. Bij de tendens naar verversingstermijnen van 15.000 tot 20.000 km of 1 jaar, is het beter het filter tegelijk met de olie te vervangen. In het filter zijn namelijk ook vervuilingen opgeslagen die door de schone motorolie weer gedeeltelijk worden opgelost. Dat is op zich niet erg, maar het betekent wel dat de capaciteit van de olie om vuil op te nemen en zwevend te houden al gedeeltelijk is opgebruikt. Er kunnen dus problemen ontstaan als de olie weer de volle termijn mee moet gaan.

6.8 Olietoevoegingen

6.8.1 Olietoevoegingen en olietoevoegingen

In dit boek wordt het woord olietoevoeging steeds gebruikt als een vertaling van het Engelse woord "additive". Soms zijn de woorden "additieven" of "dopes" gebruikt om te laten zien dat er meer dan één woord wordt gebruikt om de door de oliefabrikant gebruikte middelen te omschrijven die bepaalde taken moeten verrichten.

Er zijn nog andere olietoevoegingen, namelijk die welke *achteraf* aan de olie kunnen worden toegevoegd. Sinds er smeeroilie-additieven bestaan, en dat is al ruim vijftig jaar het geval, zijn er leveranciers geweest die menen dat hun produkten bepaalde kwaliteiten van een olie kunnen verbeteren, slijtage kunnen voorkomen of zelfs opheffen.

In hoofdstuk 4 staat welke taken een goede smeeroilie moet verrichten om aan alle kwaliteitseisen te voldoen. Het zal duidelijk zijn dat het niet raadzaam is het evenwicht tussen alle additieven te verstoren door achteraf iets aan de olie toe te voegen. De combinatie met het bestaande dope-pakket is niet beproefd en kan ook niet worden beproefd tenzij de oliefabrikant zelf alle proeven doet. In dat geval zal de fabrikant van de olietoevoeging als additievenleverancier dienstdoen en dat is een normaal samenwerkingsverband, zie hoofdstuk 5.

Er zijn ook middelen die niet oplossen in de smeeroilie, maar als vaste deeltjes worden toegevoegd. Bekend zijn grafiet, molybdeendisulfide en PTFE. Laatstgenoemde stof wordt vaak Teflon genoemd, hoewel dat een handelsnaam is van de firma Dupont. Al deze produkten kunnen uitzakken, klonten en uitgecentrifugeerd worden en moeten daarom alleen worden toegepast als ze deel uitmaken van een complete motorolie van een gerenommeerd merk. Dat de oliemaatschappijen er lang over

doen om bepaalde stoffen aan de motorolie toe te voegen is begrijpelijk. Het ontwikkelen van een olie is geen eenvoudige zaak, zie hoofdstuk 5. Bij industriële toepassingen ligt de zaak eenvoudiger en worden er gunstige resultaten geboekt met PTFE-toevoegingen. Bij tandwielkasten en hydrauliek is het geluids- en wrijvingsverlagend effect vastgesteld.

De automobielfirma's stellen zich in het algemeen afwijzend op als het gaat om middelen die extra bij de olie worden gedaan. Sommige firma's wijzen schade-claims af als blijkt dat er aan de motorolie produkten van welke aard dan ook zijn toegevoegd.

Om deze redenen is het raadzaam niets bij de olie te doen, ook niet met de gedachte: "baat het niet, het schaadt ook niet". Dat laatste is namelijk niet zeker, de problemen kunnen zich pas later voordoen en op een onverwachte manier.

Literatuuroverzicht

AMT 44 (1984) 12 Moet een nieuwe auto nog ingereden worden?

AMT 45 (1985) 2 Detonatie en pre-ignition: brokken en gaten.

AMT 46 (1986) 1 Olietoevoegingen en de CCMC specificaties.

AMT 46 (1986) 4 Nogmaals: Olietoevoegingen en de CCMC specificaties.

AMT 47 (1987) 7/8 Hoe voorkomen we "black-sludge"?

AMT 48 (1988) 6 Bougies vertellen hun verhaal.

7 Adviezen

7.1 Algemene adviezen

In de voorafgaande hoofdstukken zijn vele adviezen gegeven die allemaal bedoeld zijn om problemen te voorkomen. Zonder opnieuw het waarom te geven worden hier de adviezen punts-gewijs samengevat.

7.1.1 Motor na de start laten warmdraaien

Een korte periode waarin de oliecirculatie de tijd krijgt op gang te komen is absoluut nodig, vooral als de olie koud is.

7.1.2 Olie van goede kwaliteit gebruiken

Hierbij uitgaan van de CCMC specificaties en de door de Europese automobiefabrikanten zelf opgestelde eisen zoals de VW 500.00, 501.01 en 505.00 en de Mercedes-Benz 226.5.

7.1.3 Juiste olieviscositeit gebruiken

Een SAE 10W-Y olie zal de smering sneller op gang brengen dan een SAE 15W-Y olie. Uiteraard is een SAE 5W-Y olie nog gunstiger. Deze oliën moeten voldoen aan de CCMC test bij 150°C.

7.1.4 Koude-stop slijtage vermijden

Laat een motor na de start altijd zo lang draaien tot de olie alle delen van de motor heeft bereikt en terugstroomt naar het carter.

7.1.5 Motor goed indraaien

Vermijd hoge toerentallen en zware belastingen. Rijd liever afstanden van 10 km dan van 1000 km aan één stuk.

7.1.6 Olieverversingstermijn aanhouden

Met een topkwaliteit olie kan de volle olieversingstermijn worden aangehouden. Ververs inloopoliën niet te vroeg. Met inloopoliën die niet black-sludge getest zijn, moet de opgegeven

verversingstermijn worden gehalveerd.

7.1.7 Hoge toerentallen alleen met warme motor draaien

Als het koelwater op temperatuur is, kan de motor normaal worden gebruikt, zeker als er een SAE 10W-Y of 5W-Y olie wordt gebruikt.

7.2 Argumenten om af te wijken van het instructieboekje

Er zijn vele redenen om af te wijken van het door de fabriek gegeven advies, in die zin dat er altijd voor een topkwaliteit olie moet worden gekozen van een gerenommeerd merk. Een samenvatting is hier op zijn plaats.

7.2.1 De olie-specificaties lopen achter

De oliespecificaties worden pas gewijzigd als de problemen een bepaalde omvang hebben bereikt. *De filosofie van Castrol is anders, de olie wordt al aangepast voordat de nieuwe specificaties er zijn.*

7.2.2 Er zijn speciale, onvoorziene problemen

Geen automobiefabrikant weet van tevoren of de door hem gekozen olie-kwaliteit in staat is om aan alle praktijkomstandigheden te voldoen. Een onvoorziene verandering van de brandstofsamenstelling of nieuwe milieueisen kunnen voor geheel nieuwe problemen zorgen.

7.2.3 Onzekerheid over de kwaliteitseisen en de viscositeit

De autofabrikant zal ongetwijfeld grondig hebben nagegaan of een bepaalde oliekwaliteit en viscositeit voldoet voor zijn motor. Maar het is niet altijd zeker dat een olie van de voorgeschreven kwaliteit en viscositeit ook echt wel aan alle testen heeft voldaan die bij de voorschriften horen. Daarom is een gerenommeerd oliemerk aan te bevelen.

7.2.4 Rijgedrag is anders dan voorzien

Een goed voorbeeld is het caravantrekken, een voor Japanners tot voor kort

onbekende bezigheid. Autobezitters doen dingen met een auto die ook een fabrikant niet altijd voor mogelijk houdt. Vandaar de speciale CCMC oliespecificaties.

7.2.5 Er is een weerstand tegen het voorschrijven van een topkwaliteit olie

Er zijn fabrikanten en importeurs die menen dat het voorschrijven van een topkwaliteit olie aangeeft dat de motor slecht geconstrueerd is. Het gaat echter niet om de constructie, maar om het gebruik. Voor een lange levensduur, lagere onderhoudskosten en weinig garantieclaims, is een topkwaliteit olie nodig.

7.2.6 Onverwacht strenge winters

Niemand kan vooraf weten hoe koud het wordt in de winter, het is ook niet vooraf bekend wanneer het gaat vriezen. Met oliën die het hele jaar door in de motor blijven zitten, kan er geen risico worden genomen. Een hoger geprijsde synthetische SAE 10W-Y of 5W-Y olie is altijd goedkoper dan een kleppentreinrevisie.

7.3 Gebruik een topkwaliteit motorolie

Sommige redenen om een topkwaliteit motorolie te gebruiken zijn al genoemd in de vorige hoofdstukken. Beter is het te spreken van een topkwaliteit olie met een lage Winter viscositeit die ook voldoet aan de CCMC 150°C test.

7.3.1 De oliespecificaties lopen achter

De gerenommeerde oliefirma's, zeker een oliespecialist als Castrol, zullen de specificaties trachten voor te blijven.

7.3.2 Alleen een topkwaliteit olie voorkomt black-sludge

Hoe groot het verschil in oliekwaliteit is, is duidelijk aangetoond door het verschijnsel "black-sludge". Alle oliën van topkwaliteit voorkomen de vorming van deze zwarte drab.

7.3.3 Motorbelasting gaat vaak verder dan gedacht

Wat de leek, soms ook de vakman, kan doen met een motor wordt voor onmogelijk gehouden. Veel schade kan worden voorkomen met een topkwaliteit olie die een motor direkt na de koude start goed smeert.

7.3.4 Europese olie-temperaturen: 150 tot 170°C

In gewone motoren treden vaak de hoogste olietemperaturen op, de fabrikant heeft er onvoldoende rekening mee gehouden dat zijn motoren zo hoog zouden worden belast. De oliespecificatie kan ook te laag gekozen zijn en dan ontstaan er problemen. Een CCMC specificatie is daarom absoluut nodig.

7.3.5 Laag oliegebruik

Dank zij het gebruik van een topkwaliteit basisolie zal het oliegebruik, als de motor in goede mechanische conditie is, laag zijn.

7.3.6 Makkelijk starten

Oliën met een SAE 5W-Y of 10W-Y viscositeit maken een hoog starttoerental mogelijk ook als het flink vriest.

7.3.7 Lange levensduur van de accu

Omdat er bij elke start met koude motor minder weerstand wordt ondervonden blijft de startstroom laag en dat vergroot de levensduur van de accu.

7.3.8 Laag brandstofverbruik

De lage viscositeit van de SAE 10W-Y en vooral 5W-Y oliën bij de koude start zorgt ervoor dat er minder brandstof nodig is om de inwendige wrijving in de motor te overwinnen. Hoe korter het te rijden traject, des te groter de brandstofbesparing.

7.3.9 Weinig slijtage

Dank zij de snelle circulatie van de olie wordt slijtage in de motor tot een minimum teruggebracht. Vooral als het koud is, zorgt een olie met een lage winterviscositeit voor een goede smering, niet voor niets worden SAE 5W-Y oliën al

jarenlang gebruikt in Scandinavië.

7.3.10 Lange verversingstermijn

Topkwaliteit oliën bevatten ook topkwaliteit additieven. Dat betekent dat deze oliën in staat zijn gedurende de volledige verversingstermijn de motor schoon te houden en slijtage te voorkomen.

7.3.11 Soepele oliegeerringen

Door het soepel blijven van alle oliegeerringen, ook die van de klepgeleiders, worden oliegebruik en oliegekkage voorkomen.

8 Begrippenlijst

API: Amerikaans Petroleum Instituut dat de kwaliteitsindeling van smeeroïlen bepaalt.

API SA t/m SG oliën: oliën voor ottomotoren. Hoe hoger de tweede letter des te hoger de kwaliteit volgens API voorschriften.

API CA t/m CE oliën: oliën voor DI dieselmotoren. Hoe hoger de tweede letter des te hoger de kwaliteit volgens API voorschriften.

Additieven of dopes: toevoegingen die aan een olie bepaalde gewenste eigenschappen geven.

Basisolie: olie die dient als uitgangsprodukt voor smeerolie, men onderscheidt deze in minerale, hydro-crack en synthetische oliën.

CCMC: Vereniging van automobielconstructeurs binnen de Europese gemeenschap. De CCMC stelt ook zelf smeerolie-eisen op omdat de Amerikaanse API en SAE voorschriften niet voldoende garantie geven voor een goede werking van een smeerolie onder Europese condities.

CCMC G1 t/m G3 oliën: oliën voor ottomotoren. Hoe hoger het getal, des te hoger de kwaliteit volgens de CCMC voorschriften.

In 1989 kan er een G4 of G3B kwaliteits-eis uitkomen.

CCMC DI t/m D3 oliën: oliën voor DI dieselmotoren. Hoe hoger het getal, des te hoger de kwaliteit volgens de CCMC voorschriften.

CCMC PD1 oliën: oliën voor IDI dieselmotoren. Hoe hoger het getal, voorlopig nog alleen een 1, des te hoger de kwaliteit volgens de CCMC voorschriften.

Detergent: olietoevoeging die voor het schoonhouden zorgt.

DI dieselmotoren: dieselmotoren met directe inspuiting.

Dispersant: olietoevoeging die het vuil zwevend houdt.

Dopes of additieven: toevoegingen die aan een olie bepaalde gewenste eigenschappen geven.

Hydro-crack basisolie: minerale olie met hoge viscositeitsindex ontstaan door bij hoge druk en temperatuur waterstof toe te voeren tijdens het kraken.

HTHS: Test voor smeerolie om na te gaan in hoeverre een olie zijn viscositeit behoudt onder omstandigheden van hoge temperatuur (150°C) en hoge afschuifsnelheid. De CCMC eist deze test voor alle smeeroïlen.

IDI dieselmotoren: dieselmotoren met indirecte inspuiting.

Kraken: Het ontleden van lange oliemo-

leculen in kortere, in het Engels "cracking" genoemd.

Minerale basisolie: koolwaterstofketens die als ruwe olie in de grond worden aangetroffen en door raffineren geschikt zijn gemaakt om als smeerolie te dienen. Ottomotoren: motoren met vonkontsteking die op benzine of autogas draaien. Raffineren: het proces waarbij uit ruwe olie door verhitten en condenseren (destillatie) verschillende produkten (frakties) worden verkregen, zoals autogas, benzine en smeerolie.

SAE: Vereniging van Amerikaanse Automobieltechnici die de viscositeit van smeerolie heeft ingedeeld in bepaalde klassen.

SAE XW-Y: olie met deze aanduiding heeft een viscositeit bij lage temperatuur - W staat voor winter - die in de klasse X valt, bij 100°C valt de viscositeit in klasse Y.

Synthetische basisolie: olie die, uitgaande van eenvoudige moleculen die naar inzicht van de fabrikant weer worden samengesteld (synthese = samenstelling) tot langere moleculen die een basisolie vormen met bijzondere eigenschappen. Zo ontstaan synthetische koolwaterstoffen, met de aanduiding SHC.

Andere synthetische oliën bevatten ook nog elementen zoals zuurstof, fosfor of silicium die deel uitmaken van de moleculen. Deze produkten hebben zeer bijzondere eigenschappen, maar zijn hoger geprijsd.

Viscositeit: mate van taaivloeibaarheid.

Viscositeitsindex: getal dat aangeeft in welke mate de viscositeit afhangt van de temperatuur. Hoe hoger het getal des te geringer de verandering in viscositeit.

Viscositeitsindexverbeteraar: lange moleculen, polymeren, die aan een basisolie worden toegevoegd om de viscositeitsindex te verhogen. Bij lage temperaturen beïnvloeden de polymeren de viscositeit weinig, bij hoge temperatuur wordt de viscositeit verhoogd.

Nawoord

Het ontwikkelen van een motorolie is geen eenvoudige zaak en het zal in de toekomst steeds moeilijker worden om aan alle eisen te voldoen. Niet alleen de techniek is bepalend voor de ontwikkeling, ook de bedrijfsomstandigheden van de automotor hebben een grote invloed. Veranderingen van de brandstofsamenstelling hebben geleid tot totaal nieuwe kwaliteitseisen in verband met vervuiling van motoren.

Als een oliemaatschappij produkten wil leveren van topkwaliteit dan moet er aan minstens twee voorwaarden worden voldaan:

- De oliemaatschappij zal eigen onderzoek, ontwikkeling en testwerk moeten doen in nauw overleg met de automobiefabrikanten en additievenleveranciers.

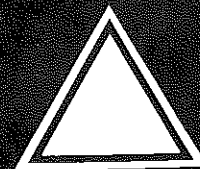
- Er zal snel moeten worden ingespeeld op problemen die zich in de praktijk van alledag voordoen, de technische vinger moet op de pols blijven.

Dat vereist een zodanige structuur van de oliemaatschappij dat het mogelijk is om snel alle gegevens die "in het veld" worden verzameld bij diegenen te brengen die verantwoordelijk zijn voor de samenstelling van de smeerolie. Deze gegevensuitwisseling op internationaal technisch niveau is van uitermate groot belang en vraagt om een grote mate van flexibiliteit en besluitvaardigheid.

NIKS OLIE IS OLIE.



educatieve
en technische
uitgeverij



DELTA PRESS

ISBN 90 6674 9024