

Auto & Motor
TECHNIEK

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

Vernieuwen van veren alléén loont vaak niet

Praktische lessen over zuigerveren

Zuigerveren staan voor een bijna onmogelijke taak. Ze moeten de verbrandingsdruk daar houden waar die hoort, de zuiger koel houden én zorgen voor een flinterdunne oliefilm op de cilinderwand. We kijken hoe ze dat doen, wat er mis kan gaan en waar we op moeten letten bij vervanging.

Eerlijk is eerlijk, zuigerveren zijn verre van perfect en ze kunnen niet alles alleen. Maar samen komen ze een heel eind. En dus zien we meestal drie veren per zuiger in viertaktmotoren voor wegvoertuigen. De compressieveer bovenaan voorkomt dat de verbrandingsgassen langs de zuiger naar het carter ontsnappen en voert warmte af. De olieschraapveer onderaan zorgt voor een mooi dun olielaagje op de cilinderwand. En omdat ze beiden hun werk niet perfect doen, krijgen ze hulp van een gecombineerde compressie-olieschraapveer in het midden.

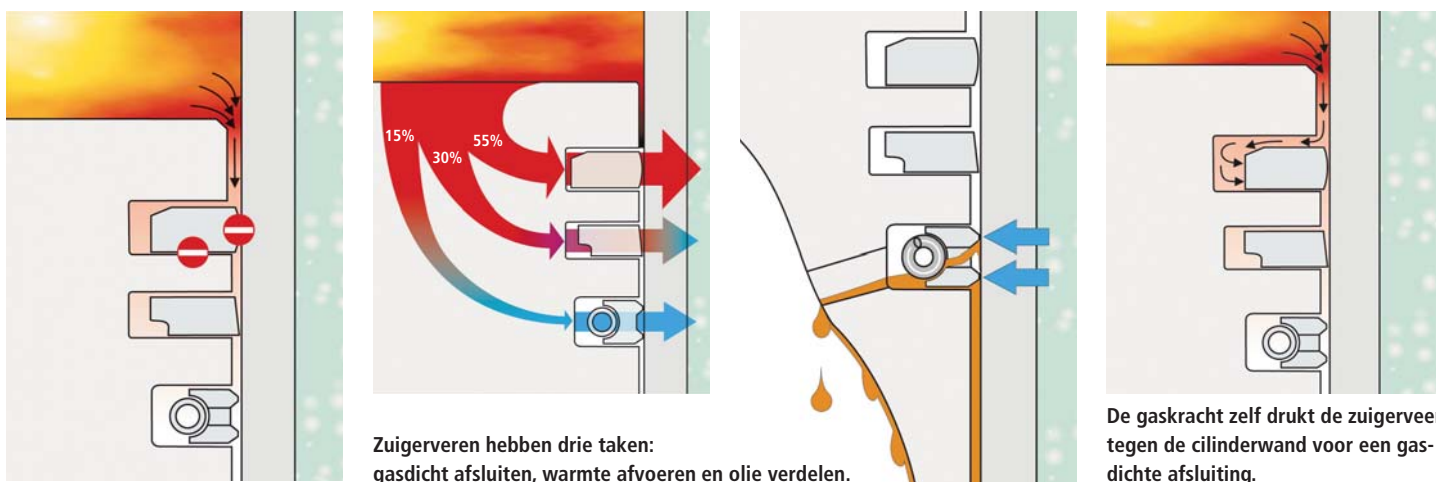
Hoe werkt de compressieveer?

Een zuigerveer is elastisch. Zijn eigen spankracht duwt hem tegen de cilinderwand. Toch is die spankracht maar een fractie van de kracht die nodig is om doorblazen van verbrandingsgas langs de zuiger te voorkomen. 90% van de kracht waarmee de compressieveer tegen de cilinderwand wordt gedrukt, komt van de verbrandingsdruk zelf. De verbrandingsdruk perst de compressieveer onderin de zuigergroef, zo dat het verbrandingsgas via de axiale groefspeling naar de binnenkant van de zuigerveer kan stromen. Van daaruit zorgt de gasdruk voor de extra afsluitkracht van de zuigerveer.

Bij stationair lopen levert de gasdruk minder afsluitkracht door de slechtere vulling van de verbrandingskamer. Daardoor kan meer olie ontsnappen richting verbrandingskamer en uitlaatspruitstuk. Dat het zo werkt, is bij sommige diesels zichtbaar. Bij fel accelereren na een langere periode stationair draaien, ontsnapt er een blauw wolkje uit de uitlaat.

Zuigerveerbewegingen

Zuigerveren zijn volop in beweging. Allereerst zit een zuigerveer tijdens de neergaande slag bovenin zijn groef. Tijdens de opgaande slag en de verbrandingslag zit hij onderin. Ten tweede verschuift hij radiaal in de groef als de zuiger kantelt in ODP en BDP. Verder draait een zuigerveer per minuut een keer of 5 tot 15 om zijn zuiger. De exacte draaisnelheid is afhankelijk van het motortoerental en de steilheid van het hoonpatroon op de cilinderwand. Die draai beweging is nodig voor een goede afsluiting en een gelijkmatige slijtage. En dan is er nog een vierde beweging die een zuigerveer maakt. Hij kantelt in zijn groef. Die kanteling wordt bepaald door de vorm van de zuigerveer. Door slijtage van de zuigerveer-groef kan ook ongewenste kanteling ontstaan.

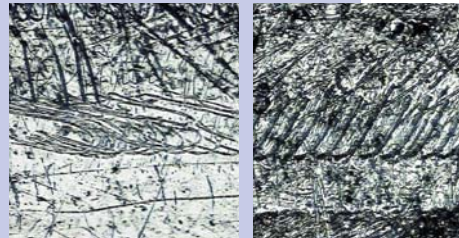


Zuigerveren hebben drie taken: gasdicht afsluiten, warmte afvoeren en olie verdelen.

De gaskracht zelf drukt de zuigerveer tegen de cilinderwand voor een gasdichte afsluiting.

Vuil en brandstof bedreigen zuigerveer

Vuil is de grootste vijand van zuigerveren. Werkt het luchtfilter onvoldoende of lekt het inlaatsysteem, dan komt het mee met de inlaatlucht. Samen met de motorolie vormt het een schuurpasta die zich afzet in de zuigerveergroeven. De axiale speling neemt dan snel toe. Dit type slijtage is herkenbaar aan de fraaie schuurpatronen aan de bovenzijde van de zuigerveergroeven.



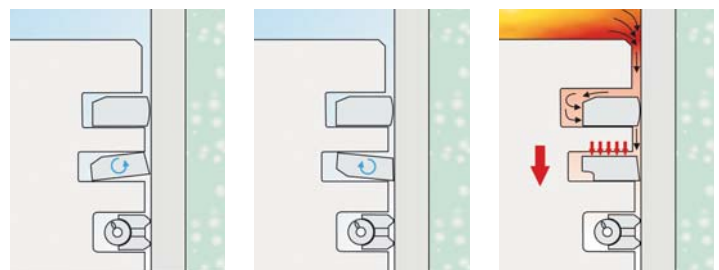
De combinatie van schurend vuil en zuigerveerbewegingen geeft fraaie patronen op de bovenste flank van de zuigerveren.

Een tweede bron van vuil is de motor zelf. Het kan zijn dat er na een motorschade en de daaropvolgende revisie vuil in de motor achterblijft. De oliekoeler is een beruchte plek. Zodra de motor draait vult het oliefilter zich met vuildeeltjes, de bypass opent en de supersnelle slijtage begint. Soms overleeft zo'n motor niet eens de testrun.

Behalve vuil kan ook brandstof een verwoestende werking op zuigerveren hebben. Neem een benzine motor die alleen wordt ingezet voor korte stukjes, die af

en toe misfired of een dichtgeblijbd luchtfilter heeft. Of denk aan een dieselmotor met een defecte injector of versleten turbo. De brandstof slaat neer op de cilinderwand en verdunt de olie. Die dunnere oliefilm zorgt voor gemengde wrijving tussen zuigerveer en cilinderwand. De zuigerveer surft niet alleen meer over het olieoppervlak, maar raakt ook af en toe de cilinderwand. Resultaat: extreem snelle slijtage in radiale richting.

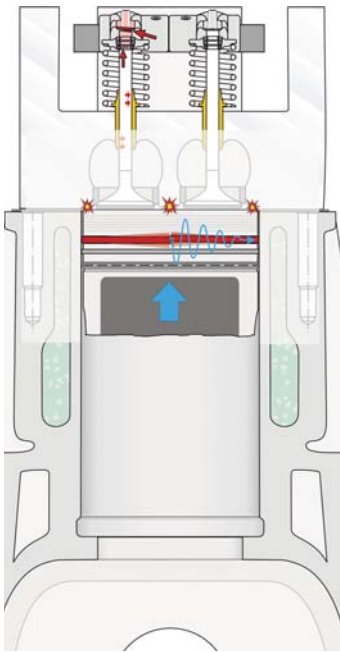
Boven een nieuwe olieschraapveer, onder een die gediend heeft bij gemengde wrijving. De beide schraapranden zijn in korte tijd totaal weggesleten. Het olieverbruik van deze motor was extreem hoog. Slijtage door olieverdunning komt ook voor bij compressieveren.



Schuine kant boven, dit is een positief kantelende zuigerveer. Voordeel, efficiënt olieschraapgedrag. Nadeel: olie vult de opening tussen veer en onderkant zuigerveergroef en ontsnapt tijdens de opgaande slag via de basis van de groef.

Schuine kant onder, dit is een negatief kantelende zuigerveer. Hij sluit de opening af met de onderkant van de zuigerveergroef en beperkt zo het olieverbruik.

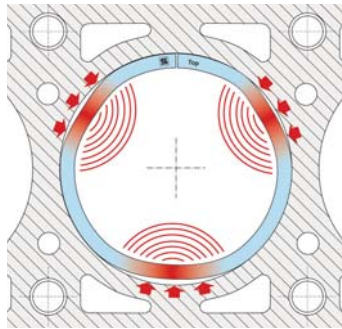
Positief of negatief, tijdens de verbranding valt er niets te kantelen. De gasdruk perst ook de middelste zuigerveer plat tegen de onderkant van de zuigerveergroef.



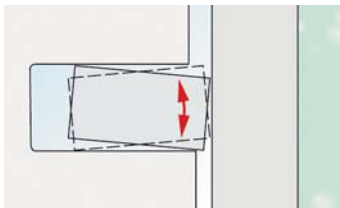
Ongewenste beweging: axiale trilling van de slotopening. In goed Engels: ringflutter. In dit geval door een fout bij de revisie. De zuiger raakt de cilinderkop. Andere mogelijke oorzaken: versleten zuigerveren, versleten of vervuilde zuigerveergroeven en kloppen.



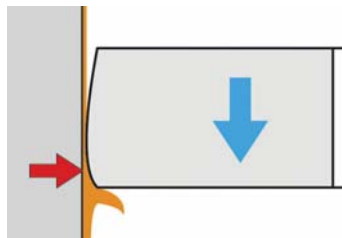
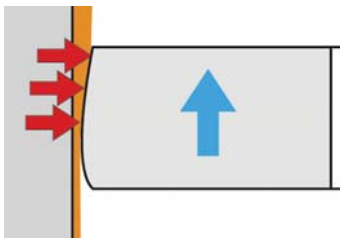
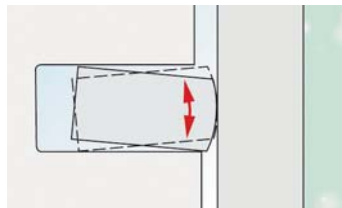
Resultaat van ringflutter.



Variante: radiale ringflutter. Mogelijk is de boring on rond zodat er plaatselijk teveel gasdruk op de ronde buitenkant van de zuigerveer staat. Radiale slijtage en daardoor vermindering van spankracht kan ook.



Een rechthoekig contactvlak wordt rond tijdens het inlopen.



De boogtop onder het midden geeft een mooie dikke olielaag tijdens de opgaande slag en een flinterdun filmpje tijdens de neergaande. Dit type zuigerveer voorkomt bij diesels onnodig olie verbruik bij plotseling gasgeven na lang stationair draaien.

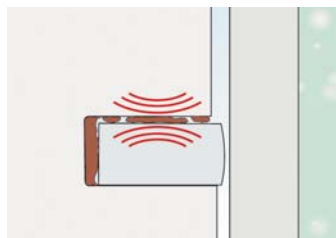
Een andere ongewenste zuigerveerbeweging is 'ringflutter'. In goed Nederlands zou je dat fladderen kunnen noemen. Het is een axiale trilling van de zuigerveer, die wordt ingezet vanaf de slotopening. Die trilling vermindert de afdichting van de zuigerveer en leidt dus tot meer olie verbruik en vermogensverlies. Uiteindelijk kan ringflutter de zuigerveer in kleine stukjes breken. Mogelijke oorzaken: kloppen, te grote groefspeling (door slijtage), verminderde spankracht (door slijtage) of verminderde gaskracht door vervuiling van de zuigerveergroef (door te hoge verbrandings temperatuur of verkeerde oliekwaliteit). Ring-

Zuigerveren houden niet van montage

Montage is een vervelend moment voor zuigerveren. Ze houden er niet van om uit elkaar gebogen te worden. Doe dat dus nooit met het idee hun spankracht te verhogen. Wie dat toch probeert, buigt de veer alleen aan de achterkant, tegenover het slot. De veer verliest zijn ronde vorm en dicht aan de achterkant niet meer goed af. Voorkom ook dat een eenmaal gemonteerde zuigerveer gedemonteerd moet worden.



We gebruiken dus een zuigerveertang en waken ervoor de zuigerveer verder te openen dan nodig om hem over de zuiger te krijgen. Monteer eerst de olieschraapveer, dan de gecombineerde compressie-olieschraapveer en dan de compressieveer.



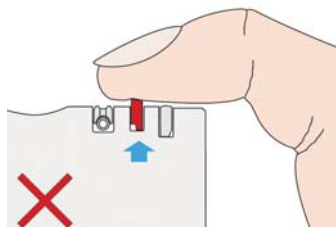
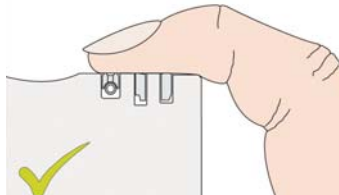
Werk schoon en zorg dat de zuigerveergroeven schoon zijn voor montage. Het vuil kan de zuigerveer beletten te roteren en een goede afdichting tussen onderkant zuigerveer en groef onmogelijk maken.



Belangrijk: de 'Top'-markering. Staat die erop, dan moet hij wijzen in de richting van de zuigerbodem. 'Top' wil niet zeggen dat het om de bovenste zuigerveer gaat.



Let op dat de ringen vrij kunnen roteren en in zijn geheel in de groeven verdwijnen.



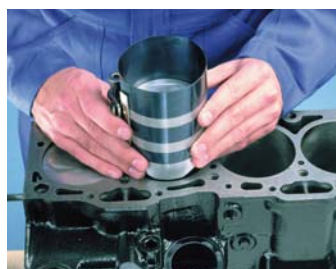
Monteer het slot van een tweedelige olieschraapveer tegenover het slot van de expanderveer.



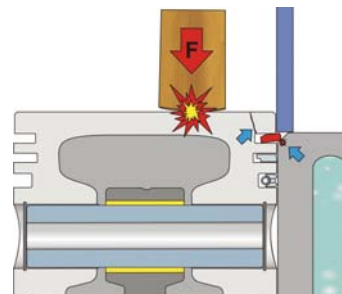
Let op dat beide kleurcoderingen op de expanderveer van een driedelige olieschraapveer zichtbaar zijn. Is er maar één zichtbaar, dan liggen de uiteinden van de expanderveer over elkaar.



Draai de zuigerveren zo dat de sloten steeds 120° verspringen. Dat voorkomt teveel doorblaasgas bij de nog niet ingelopen zuigerveren, en daarmee een slechte eerste start.



Gebruik een spanbus om de zuiger in het motorblok te monteren. Zorg dat blok en cilinderwanden schoon zijn en breng een dun laagje olie aan op alle zuigeroppervlakken, de pistonen en de drijfstaaglagen.



Gebruik niet te veel kracht. Is de steel van een hamer nodig, gebruik dan alleen het dode gewicht. Te veel kracht kan behalve de zuigerveren ook de zuiger beschadigen. Zelfs als de zuigerveren niet breken kunnen ze al vervormd zijn door een overdosis kracht tijdens de montage.

flutter kan ook optreden in radiale richting. Ook dat gaat ten koste van de zuigerveer-cilinderwandafdichting.

Zuigerveervormen

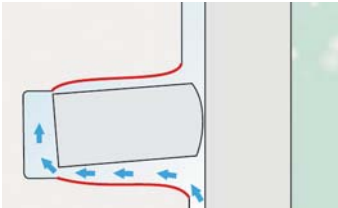
Een eenvoudige zuigerveer heeft een rechthoekige doorsnede. Door de op- en neergaande en kantelende beweging van de zuigerveer in de groef, slijt het contact met de cilinderwand tijdens het inlopen rond af. Dat is nuttig, want is de doorsnede eenmaal rond, dan staat de aandrukkracht nog maar op één punt. Dat geeft een hogere druk en dus een betere afdichting

voor olie en gas. Moderne gecoate compressieveren zijn al afgegrond tijdens de productie. Dat scheelt extra olieconsumptie en slijtage aan de cilinderwand tijdens het inlopen. Bijkomend voordeel is dat het bovenste punt van de boog dan niet in het midden, maar iets daaronder kan zitten. Die laag geplaatste boogtop geeft de zuigerveer een groot oppervlak om op de olielag te surfen. Dat houdt de olielag dikker. Bij de neergaande slag gebeurt het omgekeerde. Op het veel kleinere oppervlak dat nu beschikbaar is, kan de zuigerveer niet sur-

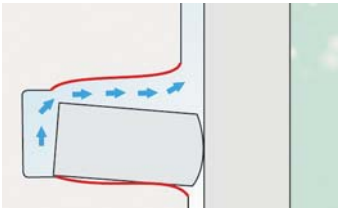
fen. En dus blijft nu een veel dunnere olielag achter. Zuigerveren met zo'n asymmetrische boog beperken het olieconsumptie.

Positief of negatief kantelen

De binnenkant van een compressiezuigerveer heeft meestal ook geen rechthoekig profiel. Vaak is de bovenkant afgeschuind om de doorgang van verbrandingsgas naar de basis van de zuigerveergroef te vergemakkelijken. Van daaruit immers kan het gas de compressieveer krachtig tegen de cilinderwand drukken. Gecombineerde compressie-schraapveren (de



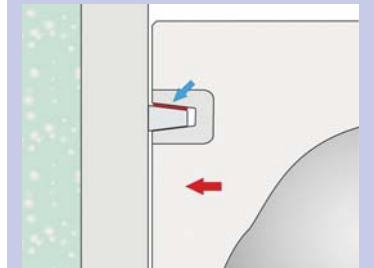
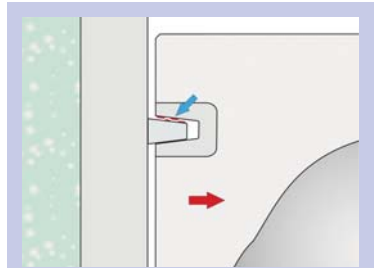
Inlaatslag bij versleten zuigerveer-groeven. De zuigerveer heeft teveel ruimte en olie verzamelt zich er onder en in de basis van de groef.



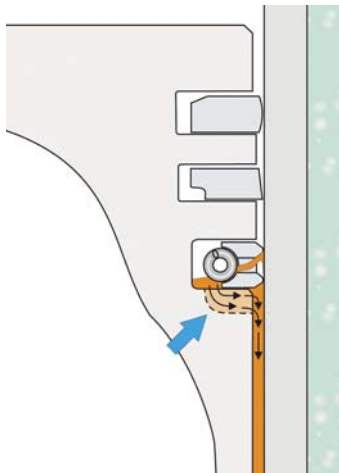
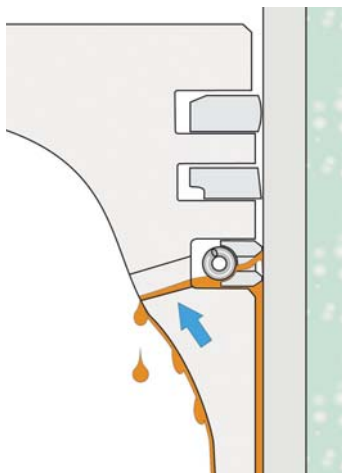
Tijdens de compressieslag ontsnapt de verzamelde olie.



Vervang nooit zuigerveren zonder de groefspeling te meten. De axiale speling moet 0,05 tot 0,10 mm bedragen.



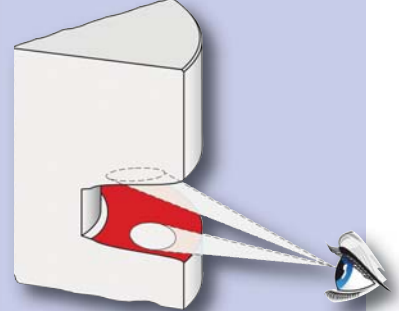
Met hun schuine flanken vegen zogenaamde 'Keystone' zuigerveren hun groeven schoon bij iedere zuigerkanteling. Heel mooi, maar hoe meet je bij zulke zuigerveren voor montage de axiale speling?



Binnendoor of buitenom. De zuiger bepaalt hoe de geschraapte olie teruggaat naar het carter.



Driedelige olieschraapveer: twee platte ringen en een expansieveer (hier meerdere expansieveeren).



Antwoord: dat gaat niet!
Oplossing: visuele inspectie van de zuigerveergroef.

De beste zuigerveer?

	Wrijving	Inlopen	Levensduur
Hoge spankracht	-	+	-
Lage spankracht	+	=	+
Hard oppervlaktmateriaal (bijv. chroom)	-	-	+
Zachter oppervlaktmateriaal (bijv. molybdeen)	+	+	-
Platte zuigerveer	+	=	+
Hoge zuigerveer	+	+	-

+ is goed, = is neutraal, - is slecht

Wat is de beste zuigerveer? Heeft die een hoge spankracht of juist een lage, is hij hard of zacht en plat of hoog? Het antwoord hangt af van de eisen. De tabel toont enkele eigenschappen en eisen. In de praktijk heeft de fabrikant er met veel meer te maken. Bovendien werkt een zuigerveer samen in een team van drie. De som van hun gezamenlijke eigenschappen bepaalt of het setje voldoet.

middelste veer) hebben vaak een taps toelopende buitenkant met onder een grotere diameter dan boven. Aan de binnenkant zijn ze boven of onder afgeschuind. Zodra deze ringen gemonteerd en dus gespannen zijn, kantelen

ze. Die kanteling gebeurt naar de kant van de afschuining toe, daar zit immers het minste materiaal. Zit de afschuining aan de bovenkant dan spreken we van een positieve kanteling. De onderste rand van de zuigerveer wordt in de ci-

linderwand gedrukt en zorgt zo voor een efficiënt olieschraapgedrag. Het nadeel van positief kantelende zuigerveren is dat de buitenkant van de zuigerveer tijdens de neergaande slag loskomt van het ondervlak van de groef. Olie kruipt in de vrijgekomen ruimte en ontsnapt tijdens de opgaande slag naar de verbrandingskamer. Zeker met lage druk in de verbrandingskamer, dus bij afremmen op de motor, verhoogt zo'n positief kantelende zuigerveer het olieverbbruik. Negatief kantelende zuigerveren, dus met de afschuining aan de onderkant, sluiten de opening met de onderkant van de zuigerveergroef juist af en beperken zo het olieverbbruik.

Versleten groeven

Het olieverbbruik door positief kantelende zuigerveren maakt duidelijk dat niet alleen de afdichting tussen zuigerveer en cilinderwand van belang is, maar ook die tussen onderkant zuigerveer en zuigerveergroef. Het resultaat van

Cilinderwandslijtage en vervormde drijfstang

Het resultaat van nieuwe zuigerveren in versleten zuigerveergroeven valt nogal tegen. Ook slijtage aan de cilinderwand kan de heilzame werking van nieuwe zuigerveren tenietdoen.

Allereerst: wees attent op spiegelgladde plekken op de cilinderwand. Zitten ze aan de top van de cilinderwand dan zijn ze ontstaan door de schurende werking van vervuiling op het topland van de zuiger. Onregelmatige verbranding, slechte oliekwaliteit of lage verbrandingstemperaturen kunnen die vervuiling veroorzaken.

Zitten de glimmende plekken lager op de cilinderwand, dan is vervorming van de cilinderbus waarschijnlijk de oorzaak. Op die vervormde plekken is de druk van de zuigerveer op de cilinderwand zo groot dat de oliefilm te dun wordt en het materiaal van zowel cilinderwand als zuigerveer versneld wegslijt. De vervorming kan een thermische (vervuilde koelvloeistof?) of een mechanische (te hoog aanhaalmoment van de cilinderkopbouten?) oorzaak hebben.

Een volgend punt van aandacht is de diameter van de cilinderboring. Een zuigerveer surft als een waterskiër over het olielaagje op de cilinderwand. Bij BDP en ODP

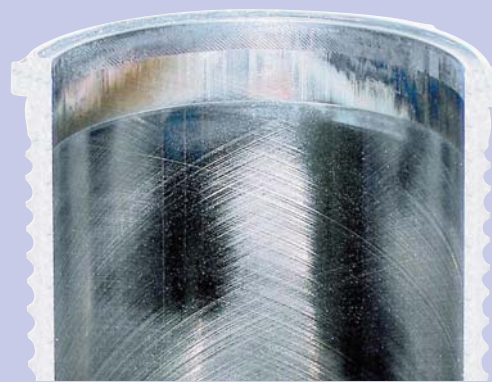
daalt de snelheid tot nul en zinkt de zuigerveer in het olielaagje. Door de verbranding geeft dat aan de top van de cilinderbus de meest serieuze consequenties voor de slijtage. Op het hoogste punt van de compressieveer ontstaat een richel. Is die richel meer dan 0,1 mm diep (0,15 mm bij diesels) dan ontstaan problemen na montage van nieuwe zuigerveren. Omdat die nog ongesleten zijn botsen hun scherpe randen tegen de bovenkant van de richel. Het gevolg: hoge mechanische krachten, excessieve slijtage, ringflutter en hoog olieverbruik.

Kromme drijfstang

Bij een heftige motorschade kan een drijfstang vervormd raken. Wordt zo'n drijfstang niet vervangen dan zijn de zuigerveren de eerste nieuwe slachtoffers. Door de schuine stand van de zuiger slijten ze schuin af en roteren ze niet meer in de zuigerveergroef. Dat brengt de afdichting in de gevaar met olieconsumptie en verlies aan vermogen als gevolg. Uiteindelijk breken de zuigerveren. ●

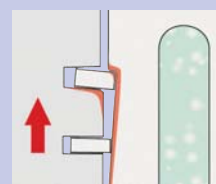
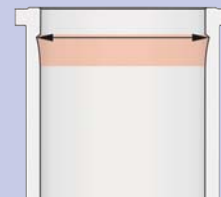


Gladder plekken wijzen op een thermisch probleem of een te hoog aandraaikoppel van de cilinderkopbouten.

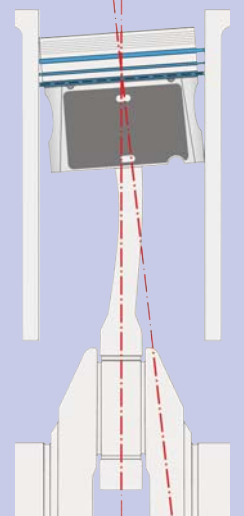


Het vuil op het topland heeft de hooggroeven op de cilinderwand weggeschuurd. Gevolg: snelle zuigerveerslijtage en hoog olieverbruik.

Daar slijt de cilinderwand het hardst. Meet de boring op die plaats. Een globale limiet is 0,1 mm extra voor benzinemotoren en 0,15 voor diesels.



Over de limiet en toch gewoon monteren? Dat doet pijn.



Belangrijke vraag na motorschade: staat de pistonpen nog steeds 100% in lijn met de kruktaf? Zoniet, dan zijn de nieuwe zuigerveren de eerste slachtoffers.

vervanging van versleten zuigerveren in versleten zuigerveergroeven valt dan ook erg tegen. Het nieuwe zuigerveerondervlak sluit niet aan op de versleten groef en de zuigerveer pompt olie via de basis van de groef naar de verbrandingsruimte. Vervelend, maar het wordt nog erger. De nieuwe zuigerveer kan te ver kantelen in de te ruime groef. Het glijoppervlak wordt daardoor verder afgerond dan de motorontwerper voor ogen had, zodat ook via de cilinderwand meer olie ontsnapt dan gepland. Vervang dus nooit zuigerveren zonder de groefspeling te meten. De axiale speling moet 0,05 tot 0,10 mm bedragen.

Olieschraapveren

De onderste zuigerveer is de olieschraapveer. Hij moet de olie netjes over de cilinderwand verdelen en overtollige olie afvoeren. Voor het schrapen heeft de veer twee opstaande randjes, daartussen zitten gaten voor de afvoer. De olie kan door een boring via de binnenkant van de zuiger terug naar de carterpan stromen of langs de buitenkant. Olieschraapveren bestaan in de regel uit meerdere delen. De tweedelige veer bestaat uit een buitenveer en een expansieveer voor extra aandruk. De driedelige veer in moderne benzinemotoren bestaat uit een expansieveer die

twee platte lamellenringen tegen de cilinderwand drukt.

Door naar de volgende ronde

Mooi, daarmee kennen we ons supertrio. We kennen hun taken, hun bewegingen en hun uiterlijke verschijningsvormen. Hoogste tijd om kennis te maken met hun vijanden, de manier waarop we ze vervangen en meer redenen waarom het resultaat van vervanging tegen kan vallen. Dat leest u in de kaders op deze pagina's. ●

Erwin den Hoed

Met dank aan MS Motor Service International