

Auto & Motor
TECHNIEK

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

Tandriem maakt plaats voor nokkenasketting

Onderhoudsvrije distributie

Schade-experts weten er alles van: een versleten distributietandriem richt grote schade aan. Tijdig vervangen is dus het advies. Dat brengt echter hoge kosten met zich mee voor de autobezitter en past dus niet in de trend naar verlaging van de 'cost of ownership'. De onderhoudsvrije 'levensduur' ketting lijkt een aantrekkelijk alternatief.

Er zijn tal van manieren om de (meestal) bovenliggende nokkenassen aan te drijven. Bij automotoren zijn de tandriem, tandketting, hulzenketting en de rollenketting favoriet. Er is een groot verschil in constructieve aanpak bij de Europese, Amerikaanse en Japanse motoren. In Europa is driekwart van alle motoren nog voorzien van een tandriem, in de VS heeft al de helft een tandketting, terwijl bij de Japanse motoren iets meer dan de helft nog een tandriem heeft.

Volgens kettingfabrikant IWIS gaat de markt veranderen. In 2005 hebben nog slechts 45% van de Europese motoren een tandriem. Bij uit de VS afkomstige motoren daalt het tandriem-aandeel tot 15% en bij Japanse motoren tot 30%.

De tandketting en de rollenketting zullen steeds meer worden



In olieniveau lopende kettingen gaan de motorlevensduur mee, zonder enig onderhoud. Bij de nieuwe BMW V8 motor met Valvetronic klepbediening heeft kettingfabrikant IWIS veel ontwikkelingswerk gedaan met BMW. Het resultaat is een distributie met twee kettingen voor elke bank, die voorzien zijn van glij- en spanschoenen. Ook de oliepompe wordt door een ketting aangedreven.

FOTO: BMW

toegepast. Een verhaal apart is de hulzenketting die eigenlijk alleen in Europa bij dieselmotoren wordt toegepast. Nu is dat nog bij 10% van de diesels het geval, IWIS verwacht een 20% aandeel in 2005.

Onderhoudskosten omlaag
Alle aandrijvingen zorgen voor een overbrenging tussen de krukas en de nokkenas(sen). Daarbij zit de tandriem buiten de motor, de andere distributietypen zijn in de motor geplaatst. Tandriemen lopen

droog, de kettingen worden door olie gekoeld en gesmeerd. Er is bij alle typen een geleiding nodig door middel van rollen of glij-schoenen. Meestal is er een automatisch werkende spanner via een rol of één die tegen een spanschoen drukt. Een bepaalde voorspanning is nodig omdat de hartafstand tussen de assen wijzigt met de temperatuur. Een te geringe voorspanning heeft ongewenste trillingen, en daardoor bewegingen in het strakke of slappe part van de riem of de ketting,



De nokkenasaandrijving vraagt om glij- en spanschoenen met een hydraulische spanner. De oliepompaandrijving kan volstaan met een mechanische spanner.

FOTO: IWIS

tot gevolg. Daarbij treedt sterke slijtage op bij het oplopen van de poelie, het tandwiel of het kettingwiel. Een tandriem kan zelfs een tand of meer verspringen waardoor de kleppen de zuigers raken.

De tandriemfabrikanten kennen deze problemen en proberen met nieuwe materialen, tandvormen en automatische spansystemen de levensduur te verlengen. Kennelijk zijn al deze maatregelen niet voldoende effectief, want steeds meer autofabrikanten zien af van de dis-

tributietandriem. Daar komt bij dat de kettingfabrikanten ook niet stilgezeten hebben. Zij bieden kettingen aan die weinig ruimte innemen en een motorleven meegaan zonder onderhoud. Deze kettingen zijn weliswaar niet zo licht en stil als de tandriem, maar ze hebben een hoog rendement. De voordelen van kettingen zijn blijkbaar zo groot dat de autofabrikanten de hogere prijs er voor over hebben. Lagere garantie- en coulanceclaims tellen zwaar mee, want die kosten moet de autofabrikant immers ook betalen. De klant profiteert mee, want de onderhoudskosten dalen.

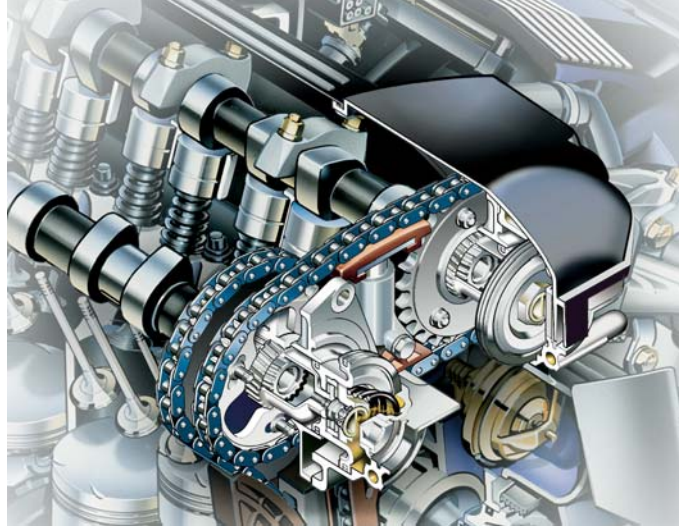
Aandrijving hulpapparatuur
Tot nu toe hebben we het gehad over nokkenasaandrijvingen die al dan niet ook een brandstof- of inspuitspuitpomp aandrijven. Maar er zijn ook hulpapparaten zoals een waterpomp, oliepomp, aircocompressor of stuurbekrachtigingspomp. De laatstgenoemde worden meestal door een poly-V-snaar aangedreven, de beide pompen zijn op verschillende manieren op of in het motorblok geplaatst. Bij de oliepomp zien we dat deze meer en meer met behulp van een ketting wordt aangedreven, omdat de pomp laag geplaatst wordt en de krukas korter kan zijn als de oliepomp niet op de krukastap zit.

En dan zijn er nog de balansassen. Zeker die met het dubbele krukastoerental draaien, vragen om een nauwkeurige en slijtvaste aandrijving. Bedenk hierbij dat het snel wisselen van het toerental een grote belasting is voor de aandrijving. Alle assen zijn vliegwielen met een zekere massatraagheid die bij versnelling of vertraging grote krachten oproept.

In dit artikel richten we onze aandacht verder alleen op de distributie, dus de aandrijving van de nokkenas(sen).

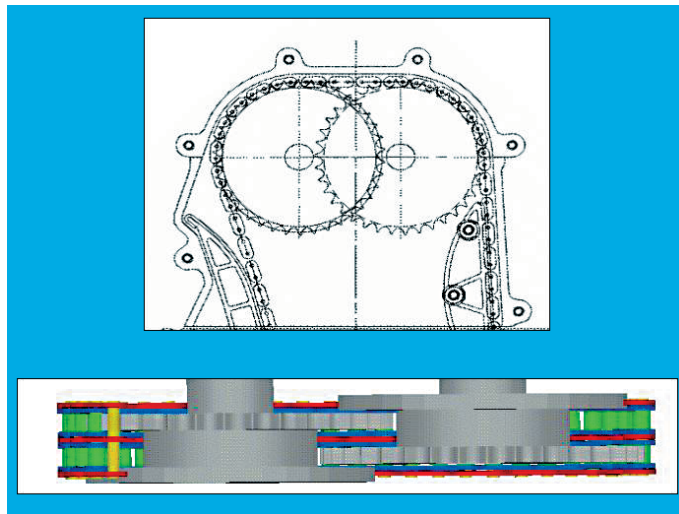
Drie typen kettingen

Er zijn hulzen-, rollen- en tandkettingen. Bij een bepaalde steek (dat is de hartafstand tussen de pennen) is de hulzenketting de meest slijtvaste omdat het dragende oppervlak het grootste is. Dat maakt dit type ketting, meestal in duplex uit-



Een bij de BMW zescilinders toegepaste distributie bestaat uit een kettingaandrijving die de uitlaatnokkenas rechtstreeks aandrijft. Een tweede, korte ketting drijft de inlaatnokkenas aan. Het van BMW bekende VANOS systeem wordt bij beide nokkenassen toegepast.

FOTO: BMW



Heel bijzonder is deze nokkenasaandrijving die in de testfase is. Een duplexketting drijft met elke helft één van de nokkenas-kettingwielen aan. Het niet aandrijvende deel van de ketting wordt ondersteund door gladde ringen. Het grote voordeel is dat de nokkenassen dichtbij elkaar kunnen staan, daardoor is de klephoek klein.

FOTO: IWIS

dunnere pen) is de levensduur gelijk aan of zelfs langer dan die van een hulzenketting.

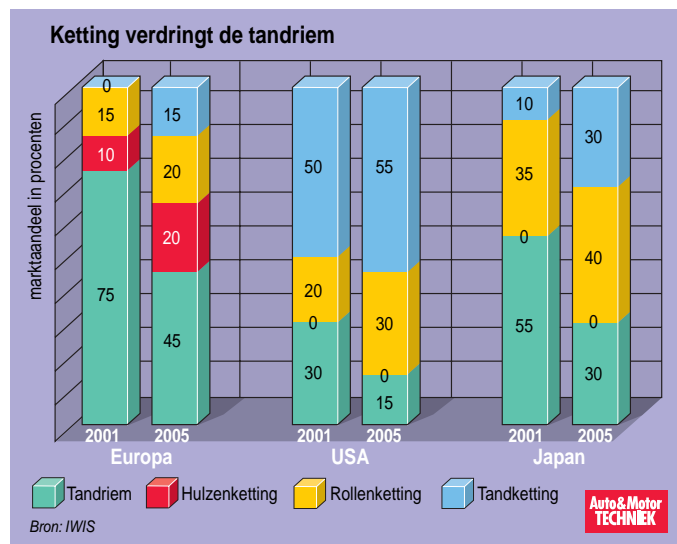
De tandketting met enkele ronde pen heet in het Amerikaans 'silent chain' omdat deze ketting zo geruisloos werkt. Dat komt door de bijzonder vorm van de plaatjes die op een tandwiel kunnen lopen omdat ze een inwendige vertanding vormen zodra de schakels buigen. Helaas is deze tandketting nogal zwaar en is het dragende oppervlak slechts de helft van dat van een hulzenketting. De gecompliceerde uitvoering van de 'silent chain' heeft halve pennen die zich met hun bolle kanten tegen elkaar afrollen. Als 'Hy-Vo' uitvoering, van high velocity, kan deze tandketting hoge toerentallen aan. Het grote nadeel is de kostprijs. Voor de enkele in de V liggende nokkenas van vele Amerikaanse V6 en V8 motoren volstaat een simpele korte aandrijving en valt de kostprijs mee. Vandaar dat de tandketting, in beide uitvoeringen, daar stevig in de markt zit.

Bij de Japanse motoren is de 'silent-chain' in opmars, want dankzij de motorfietsmotoren heeft dit type tandketting een uitstekende reputatie verworven.

Kettinggeleiding en -spanning Het is met het oog op de geluidsontwikkeling en de levensduur van groot belang dat de ketting geen

voering, tot een ideale 'dieselketting' want het aandrijven van een verdelerpomp of hoge drukpomp bij Common-Rail vraagt veel vermogen. De trekkracht in de ketting is dus hoog.

De rollenketting heeft dankzij de rol een dubbele geluiddempende en smerende olielamelle die bij het oplopen van het kettingwiel goed van pas komt. Ondanks het kleinere dragende oppervlak (door de



De hulzenketting wordt voornamelijk bij dieselmotoren toegepast en die worden het meest in Europa geproduceerd. De kettingfabrikant IWIS verwacht een sterke daling van de motoren met een tandriem als nokkenasaandrijving. De tandketting wint sterk aan populariteit.

ongewenste bewegingen uitvoert. Daarom zijn er glij- en spanschoenen aangebracht. De spanschoenen zitten in het slappe part en worden hydraulisch gespannen en gedempt. Dit systeem moet de hele levensduur functioneren, vandaar dat er veel aandacht aan wordt besteed tijdens de ontwikkeling. Het is niet te vermijden dat een ketting slijt en dus langer wordt. Daardoor verandert niet alleen de voorspanning, maar ook de stand van de nokkenas(sen). Dat heeft invloed op de klepentijden. Vandaar dat IWIS als grens stelt: 0,3 tot 0,5% verlenging over 300.000 km.

Een veer in de spanner zorgt voor een minimale voorspanning tijdens het starten en uitlopen van

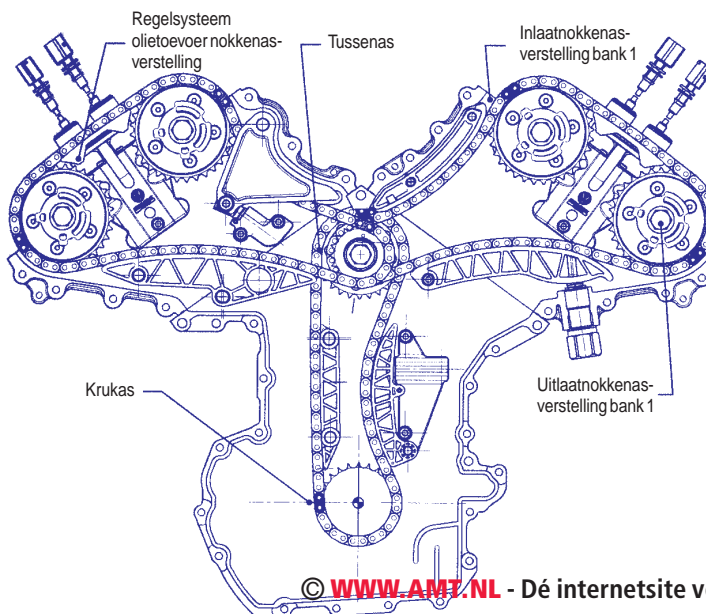
de motor, de oliedruk van de motor vult de taak van de veer aan. Door de bewegingen van de ketting, vooral bij het aflopen van het kettingwiel, ontstaan drukschommelingen in de spanner. Een terugslagklepje houdt de drukpieken tot 50 bar weg van het olietoevoer kanaal. Een te hoge oliedruk kan een hoge slijtage van de ketting tot gevolg hebben omdat de spanner te strak komt te staan. Zo'n situatie doet zich voor als een motorolie met een te hoge winter viscositeit wordt gebruikt. Dus geen SAE 15W-40 gebruiken als een SAE 0W-30 is voorgeschreven.

Laag belaste kettingen, bijvoorbeeld voor de oliepompaandrijving, kunnen volstaan met een eenvoudige spanschoen die meestal geheel van kunststof vervaardigd is. Een nokkenaskettingspanner bestaat veelal uit een sterk metalen lichaam dat voorzien is van een kunststof slijtlaag. Zo'n 'sandwich'-constructie is sterk, stijf en zorgt voor een goede geleiding en voorspanning.

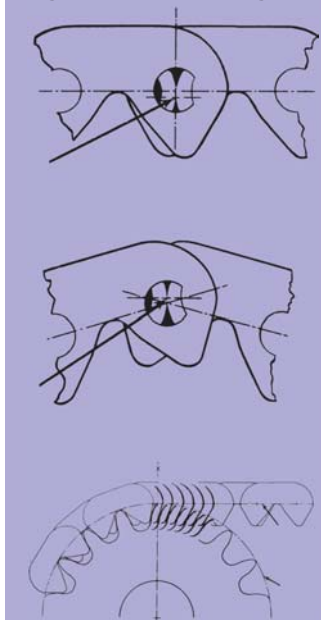
Stille aandrijving

De akoestiek van de distributie wordt vooral bepaald door de voorspanning en de steek van de ketting, hoe kleiner hoe beter. De maximaal toelaatbare trekkracht hangt ook van de steek af, hoe groter hoe beter. Soms is daarom een duplex ketting het beste compro-

Moderne kettingdistributie

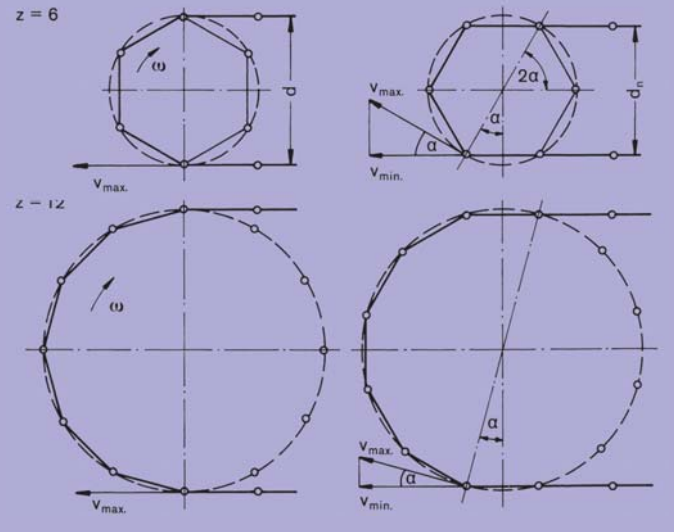


Hoge snelheids tandketting



De door de Amerikaanse firma Morse ontwikkelde hoge snelheids (High-Velocity = Hy-Vo) tandketting is heel bijzonder van constructie. De bolle kanten van de twee verbindingsspennen rollen over elkaar als de tandketting oploopt. Daardoor verplaatst het contactpunt zich over de bolle kanten van de penen. Eigenlijk gaat het om contactlijnen die zich over de breedte van de tandketting uitstrekken. De vele plaatjes waaruit de tandketting bestaat, vormen tijdens het scharneren precies het profiel van de tanden van het tandwiel.

Het polygooneffect van een kettingwiel



Elk kettingwiel is eigenlijk een veelhoek, in het Latijn polygoon genoemd. Bij een constant toerental varieert de kettingsnelheid tussen een minimum en maximum waarde, aangegeven met V_{min} en V_{max} . Deze snelheidsvariatie wordt polygooneffect genoemd. De ketting versnelt en vertraagt dus voortdurend tijdens het oplopen en dat zorgt voor hoge belastingen. Hoe groter het aantal tanden, des te geringer het polygooneffect. Ook de slijtage is kleiner, want de hoekverdraaiing is kleiner.

ω =hoeknelheid (evenredig met het toerental en de steek van de ketting).

α =hoekverdraaiing (evenredig met het aantal tanden)

z =aantal tanden

d =steekcirkeldiameter

d_n =kleinste diameter

mis. Dat is ook goed voor de levensduur, want die wordt door het dragende oppervlak bepaald.

We zullen steeds vaker distribu-



Voorkomen is beter dan genezen. Door het niet tijdig vervangen van een tandriem loopt de motor ernstige schade op. Ook de juiste spanning is van groot belang. Een te slap gespannen tandriem kan een tand verspringen. Dat is bij nokkenasaandrijvingen vaak rampzalig omdat er dan kleppen tegen de zuigers aan komen.

FOTO:CONTITEVES

tiekettingen zien met een steek van 8 mm in mono- of duplex uitvoering. Om de levensduur te halen zijn speciale materialen en hardingstechnieken nodig.

Kortom: de nokkenasaandrijving is volop in beweging. Maar voorlopig zijn de schade-experts niet brodeloos, want de tandriem is nog niet van het toneel verdwenen.

Paul Klaver

Een moderne distributie voor een V motor met in totaal vier bovenliggende, verstelbare nokkenassen. Er worden drie kettingen gebruikt, ieder met hun eigen glij- en spanschoenen.