

Motor & olie - 2

Uitleg viscositeit

Viscositeit is de dikte van een vloeistof; de weerstand tegen stroming/vloeien. Water heeft een lage viscositeit en stroop een hoge. Beide zullen stromen, maar de stroop een stuk langzamer. Viscositeiten van verschillende vloeistoffen zullen op verschillende manieren veranderen onder verschillende omstandigheden. De meeste worden minder viskeus (stroperig) bij hogere temperaturen, omdat de thermische energie de moleculen toestaat hun natuurlijke onderlinge aantrekkingskracht te overwinnen en zich op een andere manier te rangschikken.

De American Society of Automotive Engineers (SAE) ontwikkelde een klassering systeem voor de viscositeit van motorolie, maar het dubbele nummering systeem veroorzaakt een hoop verwarring en misverstanden. De twee getallen van een olie klasse (grade) worden gemeten bij verschillende tests bij verschillende temperaturen. De manier waarop

de olie zich gedraagt in elk van die tests resulteert in de definitieve klassering (grading).

Zo is onverwacht voor minerale olie het lagere of "winter" getal (eerste getal) de werkelijke basis viscositeit of oorspronkelijke dikte van de olie. Het hogere getal wordt bereikt door bijmenging van viscositeit verbeteraars. Met andere woorden het hogere getal wordt kunstmatig bereikt. Viscositeit verbeteraars zijn de polymeren en lange keten moleculen die het effect hebben dat zij de olie behoeden voor het te dun worden bij verwarming. Deze toevoegingen worden bijgemengd bij een dunnere olie, bijvoorbeeld een SAE 20, zo dat deze vloeibaar zal zijn bij lage temperaturen, maar dan tegelijk dezelfde functie zal hebben als een SAE 50 bij verwarming tot 100 °C.

Elke viscositeitklassering heeft een specifieke geassocieerde set testresultaten zoals te zien is in tabel 1.

Tabel 1. *Viscositeit Classificatiekaart voor Motorolie.*

SAE Viscosity Grade	Low-Temp Cranking Viscosity, mPA.s	Low-Temp Pumping Viscosity, mPa.s	Low-Shear-Rate Kinematic Viscosity (mm ² /s) at 100°C Min	Low-Shear-Rate Kinematic Viscosity (mm ² /s) at 100°C Max	High-Shear-Rate Viscosity (mPa.s) at 150°C Min
0W	6200 at -35	60,000 at -40	3.8	-	-
5W	6600 at -30	60,000 at -35	3.8	-	-
10W	7000 at -25	60,000 at -30	4.1	-	-
15W	7000 at -20	60,000 at -25	5.6	-	-
20W	9500 at -15	60,000 at -20	5.6	-	-
25W	13 000 at -10	60,000 at -15	9.3	-	-
20	-	-	5.6	<9.3	2.6
30	-	-	9.3	<12.5	2.9
40	-	-	12.5	<16.3	3.5 ¹
40	-	-	12.5	<16.3	3.7 ²
50	-	-	16.3	<21.9	3.7
60	-	-	21.9	<26.1	3.7

Notes:

- 1) 0W-40, 5W-40 and 10W-40 grades
- 2) 15W-40, 20W-40, 25W-40 and 40 grades

In deze tabel zijn twee verschillende metingen van viscositeit:

- Kinematische viscositeit: 1 centi-Stoke (cSt) = 1 mm²/s.

Dit is de maateenheid voor de weerstand van de vloeistof tegen vloeien en afschuiven onder de zwaartekracht, of hoe makkelijk de olie vloeit naar de verschillende delen van de motor.

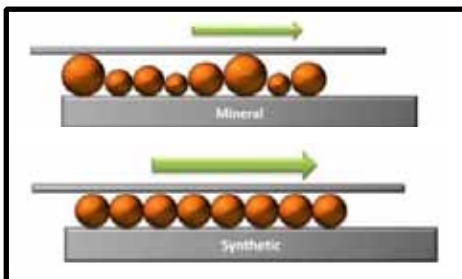
- Dynamische of Absolute viscositeit: 1 milliPascal seconde (mPa.s) = 1 centi-Poise (cP).

Dit is de maateenheid voor de interne weerstand van de vloeistof om te vloeien en mag worden beschouwd als een maat voor vloeistofwrijving en voor de filmsterkte om een kracht te weerstaan.

Wat bepaalt de viscositeit van een olie?

Viscositeit wordt in het algemeen bepaald door de grootte van de moleculen. Hoe groter de molecuul structuur, des te hoger de viscositeit. Bij minerale olie (gemaakt van ruwe olie) varieert de grootte van de moleculen, zodat de gemiddelde molecuulgrootte de viscositeit bepaalt, terwijl het fabricageproces voor synthetische olie een consistente grootte en structuur verzekert. De techniek en verfijning van minerale oliën heeft over de jaren belangrijke verbeteringen in de prestaties van minerale oliën opgeleverd, maar toch blijven zij van oorsprong afkomstig van ruwe olie. Er zijn vele moleculaire samenstellingen aanwezig in ruwe olie en vele hiervan

Figuur 5.



blijven ook aanwezig in de geraffineerde producten en kunnen afwijkingen van de fysische eigenschappen veroorzaken. Er zijn bijvoorbeeld nog steeds paraffine wassen aanwezig, die verdikking van de olie veroorzaken als deze afkoelt en die niet bijdragen aan de smerende eigenschappen.

Synthetische oliën hebben geen van deze vervuilingen omdat zij niet zijn gemaakt door ruwe olie te destilleren en te kraken, maar door een chemisch proces. Dientengevolge zijn de koolwaterstof moleculen zeer uniform, waardoor de olie betere mechanische eigenschappen krijgt bij hoge - en lage temperaturen.

Figuur 5 geeft weer hoe de hierboven genoemde verschillen praktisch uitwerken.

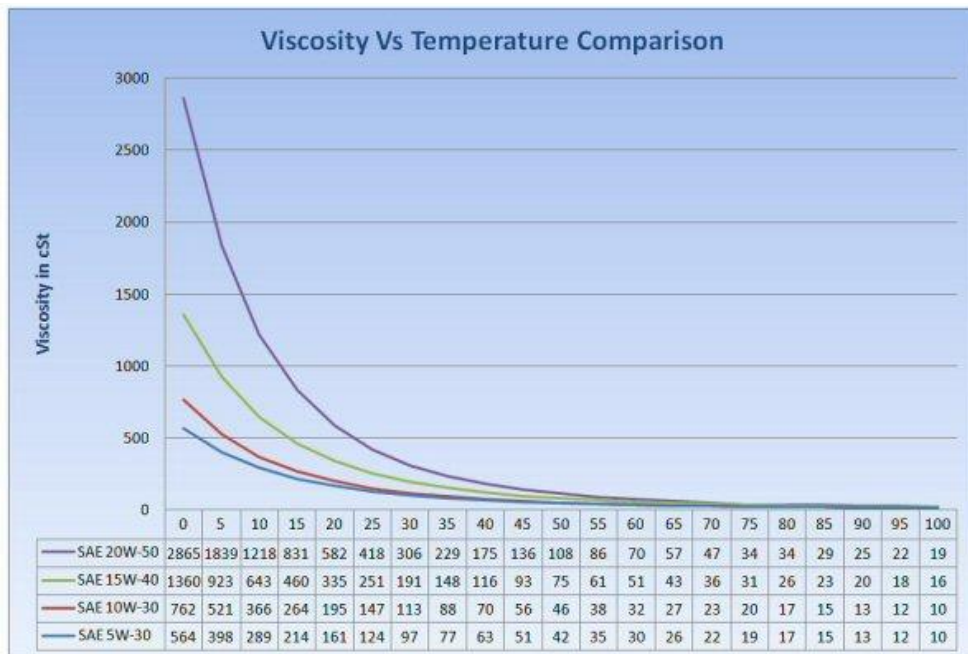
Als een minerale olie veroudert, veranderen de moleculaire afmetingen en structuur en daardoor zal ook de viscositeit van de olie wijzigen.

Synthetische olie is veel ouder dan de meeste mensen denken. Het werd voor het eerst ontwikkeld in Duitsland tijdens WOII, als reactie op de tekorten van ruwe olie.

De 'W' of winter klassering is een lage temperatuur test, uitgevoerd door middel van een koude krukas simulator, die bestaat uit een strak passende rotor en stator bij een gecontroleerde temperatuur. De olie wordt in de ruimte tussen de oppervlakken gevoerd en de weerstand om bij een bepaalde snelheid te draaien wordt gemeten. Hoe dikker de olie hoe groter is de benodigde kracht en dit vertaald zich in een viscositeit bepaling.

Daarna wordt de verpomp viscositeit getest. De verpomp test wordt uitgevoerd bij een 5 °C lagere temperatuur dan de rotatietest.

Deze twee tests zijn ontwikkeld om er zeker van te zijn dat de motor snel genoeg kan worden gedraaid om een koude motor te starten en om te bepa-



Figuur 6. Bron: KEW Engineering

len of de olie kan worden verpompt om het bij de lagers te brengen. Om deze lage “W” SAE klassering te verkrijgen moeten deze standards worden bereikt bij die temperaturen. Zoals kan worden gezien (in de Viscositeit Classification Card hierboven), worden afhankelijk van de gewenste SAE klassering, de lage temperatuur tests uitgevoerd bij verschillende temperaturen.

De tweede serie getallen geeft de viscositeit van de olie aan bij hogere temperatuur zoals 100 °C en 150 °C en deze worden op andere wijze gemeten en gerapporteerd dan de lage temperatuur tests.

Anders dan bij de lage temperatuur tests, worden de hoge temperatuur tests van elke klasse olie bij dezelfde temperatuur uitgevoerd. Uit de kaart kan worden afgelezen dat bij de hogere temperaturen er niet een vaste viscositeit is voor een olie, maar een range van viscositeiten. De ene olie kan een

viscositeit van 16.2 bereiken en worden geclassificeerd als een SAE 40 olie, een andere kan een viscositeit van 16.4 bereiken en worden geclassificeerd als een SAE 50 olie, maar voor alle praktische doeleinden liggen de viscositeiten van deze oliën zo dicht bij elkaar, dat zij feitelijk identiek in prestatie zullen zijn. Vergeet nu even de getallen op de olieflessen. Het probleem is dat de viscositeit of dikte van de olie varieert met de temperatuur. Een standaard SAE30 olie heeft een viscositeit van ongeveer 3 bij 150 °C, hij verdikt tot ongeveer 10 bij 100 °C en verdikt verder tot ongeveer 100 bij 40 °C en bij 0 °C is hij te dik om te meten. Olie dikte neemt exponentieel toe als de temperatuur daalt (zie fig. 6).

Wat is het belang van olieviscositeit in de motor?

De viscositeit bepaalt hoe gemakkelijk de olie door de motor en de andere draaiende en langs elkaar bewegende delen kan worden gepompt, hoe gemakkelijk het door het filter gaat en hoe

snel het weer terugstroomt naar het carter. Hoe lager de viscositeit, hoe gemakkelijker dit alles zal verlopen. Dit is van belang om te begrijpen waarom een koude start zo kritisch is voor een motor, want de olie is koud en relatief dik. Maar het plaatje wordt heel anders als de motor opwarmt, dan stroomt de olie makkelijk naar de lagers en alle andere delen die smering nodig hebben.

De viscositeit is ook belangrijk voor de kracht die de olie kan hebben want als je de viscositeit verlaagt, kan de olie minder belasting hebben in de lagers. Tegengesteld, hoe hoger de viscositeit, hoe grotere belasting de olie aankan.

Maar, de wrijving van de krukaslagers is direct gerelateerd aan de viscositeit van de olie en een hogere viscositeit heeft dan als nadeel een grotere wrijving, mogelijk verlies van vermogen, hoger brandstof verbruik en een verhoogde temperatuur van de olie in de lagers, mogelijk leidend tot een verhoogde lagerslijtage. Er moet dus een balans worden gevonden tussen de te dragen belasting en de optredende wrijving.

De ideale viscositeit in een lager bij normale bedrijfstemperatuur is ongeveer 10 – 13 cST afhankelijk van een aantal factoren, zoals de belasting, het toeren-tal en het ontwerp en/of de afmetingen van de lager schalen. Historisch gezien verlangden motor ontwerpers een olie van ongeveer die dikte bij bedrijfstemperatuur. Hoger zal leiden tot extra wrijving en weerstand en bij lagere waarden treedt uiteindelijk grenslaagsmering op.

Olie die te dun is zal niet in staat zijn een voldoende sterke wig te genereren om een vloeistoflaag in stand te kunnen houden. Onder belasting zal er metallisch contact optreden.

Olie die te dik is daarentegen, zal geen dikkere wig kunnen genereren omdat er gewoonweg geen ruimte voor is en het zal daardoor extra wrijving genereren bij de rotatie in het lager met als gevolg

een verlies van vermogen en verhoogde warmte opwekking in de olie, die te-gendraads kan resulteren in een lagere momentane viscositeit.

De dikte van de olie die benodigd is om de gewenste wig te vormen, hangt af van de speling van het lager, een “50” grade olie zal een grotere speling aankunnen dan een “30” grade olie. Zo zijn lagerspeling en oliedikte aan elkaar gerelateerd. Grotere spelings in een versleten lager kunnen soms worden gecompenseerd met een dikkere olie, totdat de slijtage een punt bereikt waar-bij de olie die langs de zijden weglekt niet snel genoeg kan worden aangevuld door de aanvoer, zodat er niet voldoende olie zal zijn om de wig te vormen.

De dikte van olie heeft effect op de vloeibaarheid ervan. Een dikke olie zal net als koude honing niet vrij stromen en de weerstand tegen stromen is erg hoog. De oliepomp verpompt de olie en de oliedrukmeter meet de weerstand van dat pompen. In de motor zal de grootste weerstand tegen deze stroming worden veroorzaakt door de lagers van de krukas, met hun kleine spelings en een dikke olie zal niet gemakkelijk door deze nauwe ruimten stromen. De pomp verpompt echter altijd hetzelfde volume olie onafhankelijk van de viscositeit, maar als die te hoog is en de olie niet gemakkelijk door de lagers kan vloeien, zal een groter deel van de olie via het overdrukventiel terugvloeien naar het carter.

Terwijl dus de oliedrukmeter een gezonde druk aangeeft (weerstand tegen vloeien) zal de werkelijke stroom door de lagers te laag kunnen zijn, juist op het moment dat deze het meest nodig is. Het is deze raadselachtige kwestie die de multigrade oliën proberen op te lossen door een olie te maken die dunner is bij lagere temperaturen.

Chris Reed / Remy Wiggers / Geert van Hout

(Wordt vervolgd)