

Dynamische mechanische analyse met de DMA SDTA861

13 september 2022, 14:12

Dankzij een dynamische mechanische analyse (DMA) kunnen de mechanische eigenschappen van visco-elastische materialen worden bepaald. Daarbij worden ze onderworpen aan een cyclische belasting in functie van temperatuur, tijd en frequentie.

De SDTA861 heeft een breed frequentiebereik van 0,001 Hz tot 1.000 Hz, een temperatuurbereik van -150 °C tot 500 °C en een krachtbereik van 0,01 tot 12 N.

Er zijn verschillende belastingen mogelijk. De gekozen methode hangt niet alleen af van het probleem, maar ook van het type monster:

Afschuiving: Het voordeel van deze methode is dat viskeuze tot heel harde monsters kunnen worden gemeten. Deze methode is geschikt voor elastomeren, thermoplasten en thermoharders.

Trekproef: Deze belastingmethode is bijzonder geschikt voor folies, vezels en dunne staafjes.

Compressie: Met deze meting kunnen conclusies worden getrokken m.b.t. zachte materialen zoals elastomeren.

Driepuntsbuiging: Deze methode is bijzonder geschikt voor heel stijve monsters zoals composieten, zelfs onder de glasovergangstemperatuur.

Enkele inklemming: deze geometrie is geschikt voor monsters die tijdens de meting langer of korter worden, zoals thermoplasten.

Dubbele inklemming: Deze methode is bijzonder geschikt voor monsters die de neiging hebben om overmatig te buigen onder hoge voorspanning.

Toepassingen

DMA kan worden ingezet voor heel wat toepassingen in vrijwel alle sectoren van de industrie.

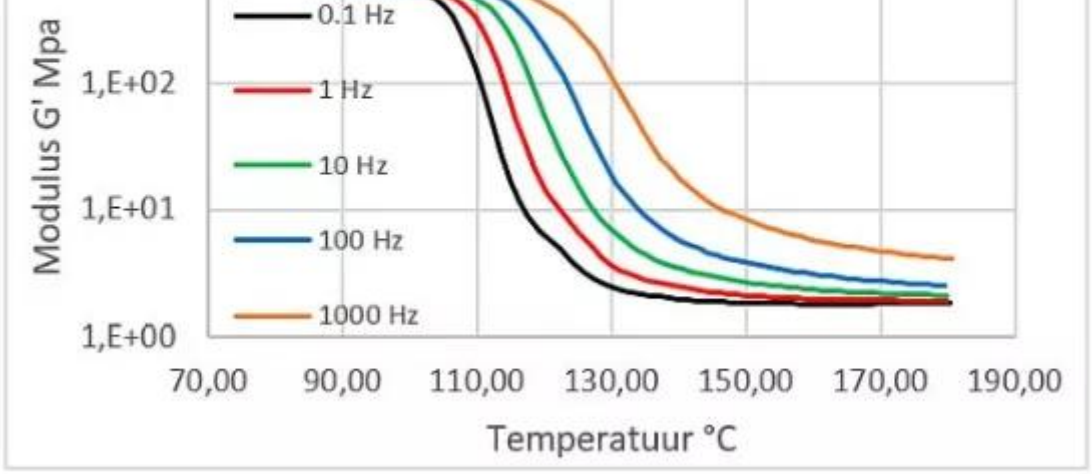
Onderstaande tabel laat zien dat DMA hoofdzakelijk wordt gebruikt voor het meten van de glasovergangstemperatuur, het bestuderen van uithardingsreacties van thermoharders en de npingsstudies. Ook

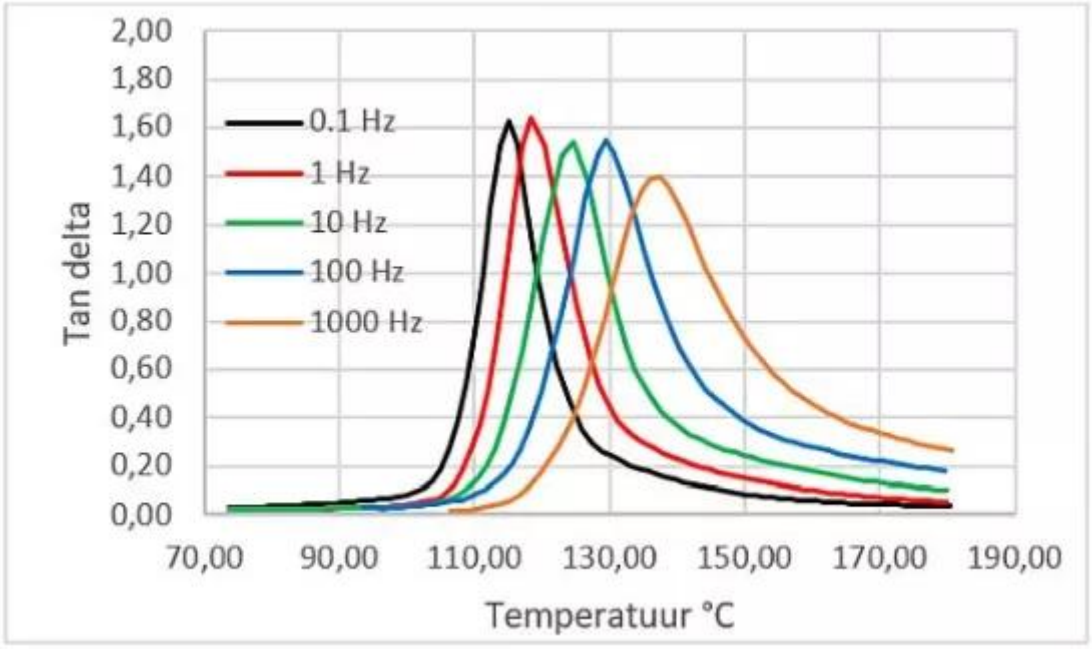
Sector	DMA-toepassing
Automobiel en lucht- en ruimtevaart (composieten)	Vernettingsreactie, glasovergang, modulus, demping
Chemische producten	Glasovergang, kristallisatie, fusie, modulus
Vetten en oliën	Glasovergang, kristallisatie, modulus
Verf en vernis	Uithardingsreactie
Rubber (elastomeren)	Vulkanisatie, glasovergang, fusie, mechanische eigenschappen, effect van vulstoffen, visco-elastisch gedrag
Kunststoffen (thermoharders, prepregs, foliecoatings, kleefstoffen, thermoplasten, verpakkingen en kabels)	Uithardingsreacties, vernetting, koude kristallisatie, glasovergang, secundaire relaxatie, visco-elastisch gedrag, materiaaldefecten, effect van vulstoffen
Keramiek	Fysieke aard van de overgangen, modulus
Voedingsproducten	Glasovergang, gelering
Farmaceutische producten	Glasovergang

Illustratieve voorbeelden van de verschillende toepassingsgebieden van de DMA SDTA861

Meting van de modulus en de tangens-delta van een epoxyhars gepolymeriseerd bij verschillende frequenties

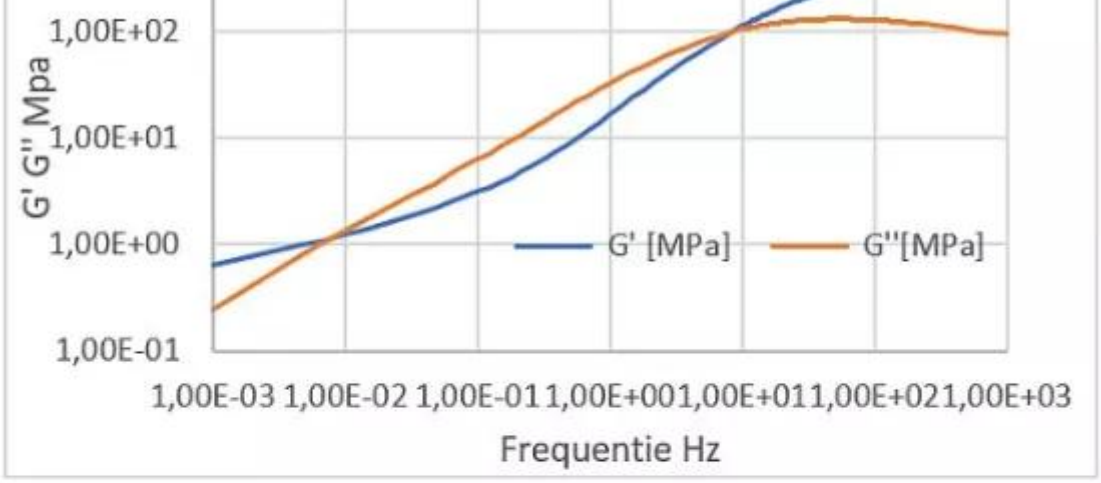
De modulus en de glasovergangstemperatuur van een epoxyhars of composietmateriaal kunnen worden gemeten in functie van de temperatuur met behulp van DMA. De tangens-delta verschuift naar hogere temperaturen naarmate de frequentie toeneemt. De afname van de modulus tijdens de glasovergang gaat gepaard met een piek in de tangens-delta.

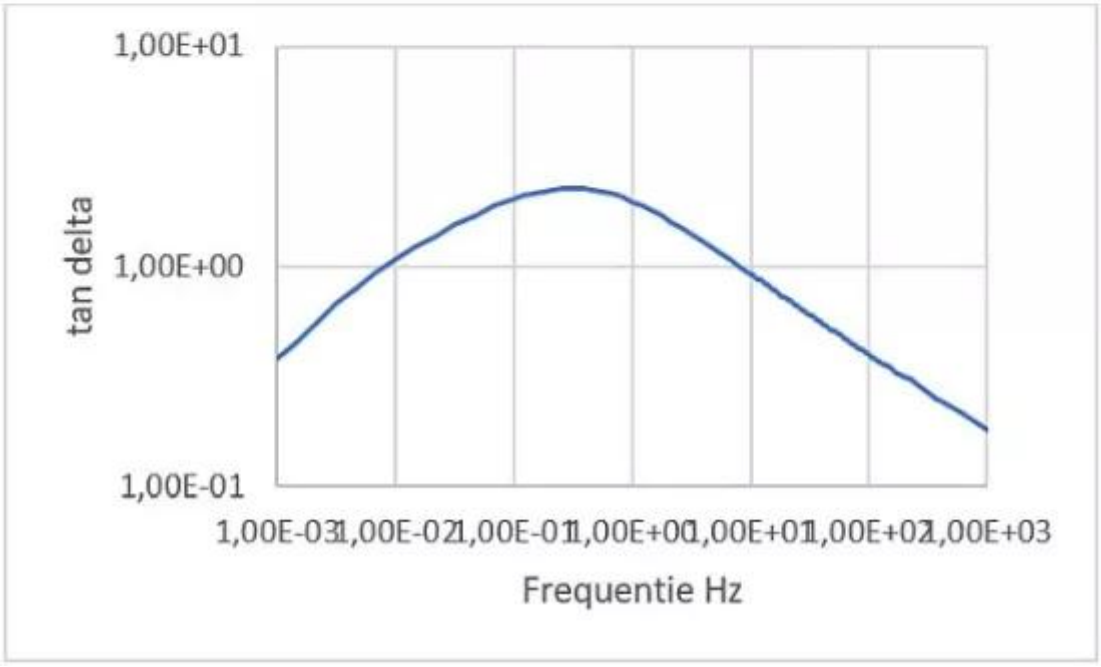




Frequentie-sweep van een elastomeer

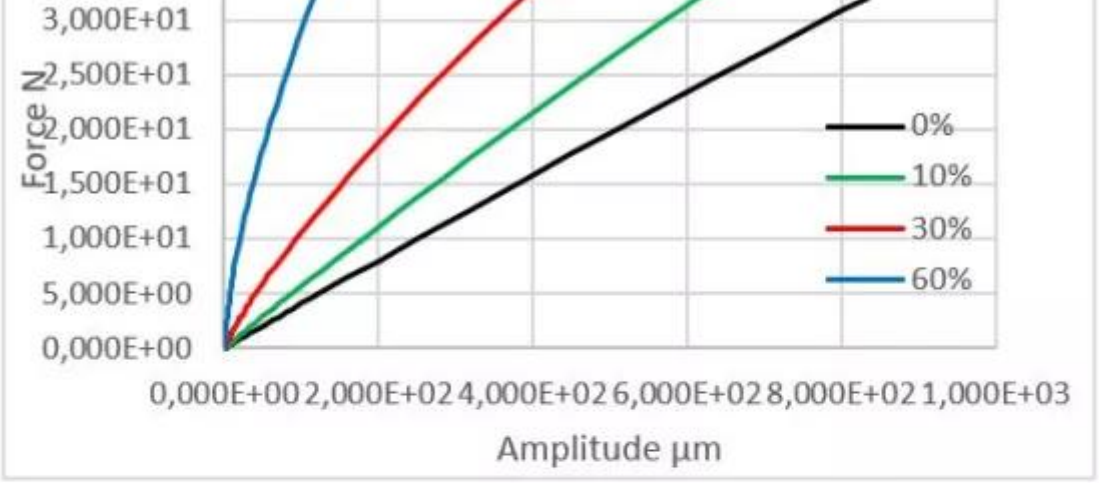
In de praktijk worden materialen belast in een breed frequentiegebied, waarbij de eigenschappen veranderen met de frequentie. In dit geval neemt de modulus toe en bereikt de verliesfactor een piek bij 0,32 Hz.

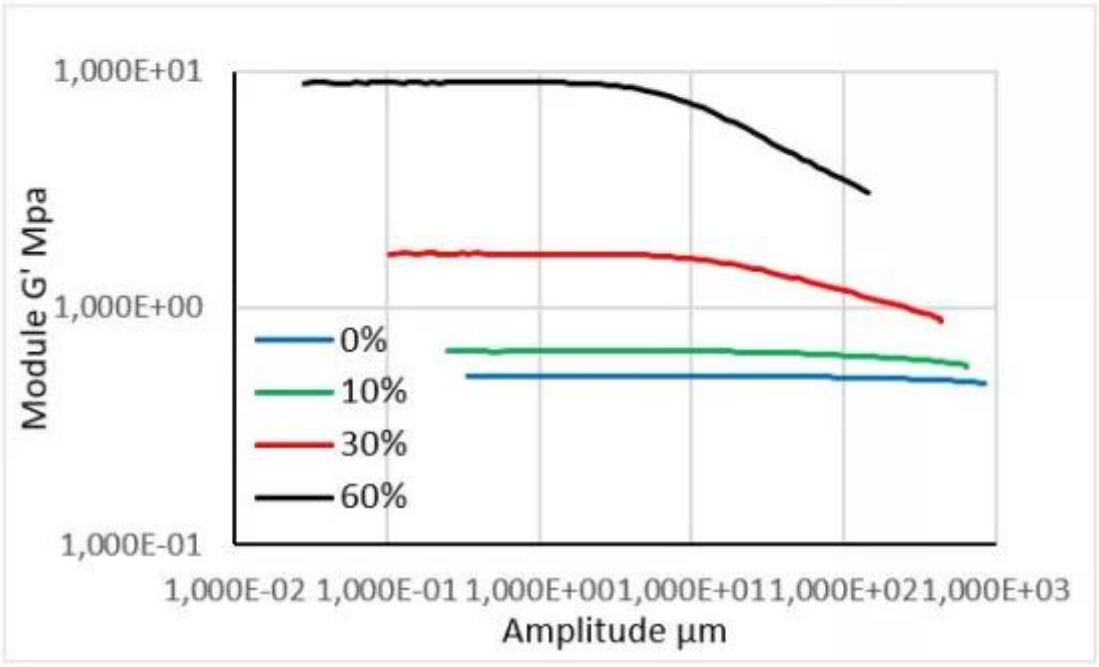




Sweep van de verplaatsingsamplitude van een rubber

De modulus van gevulde polymeren neemt toe met de vulgraad, maar neemt af wanneer de vervormingsamplitude toeneemt.





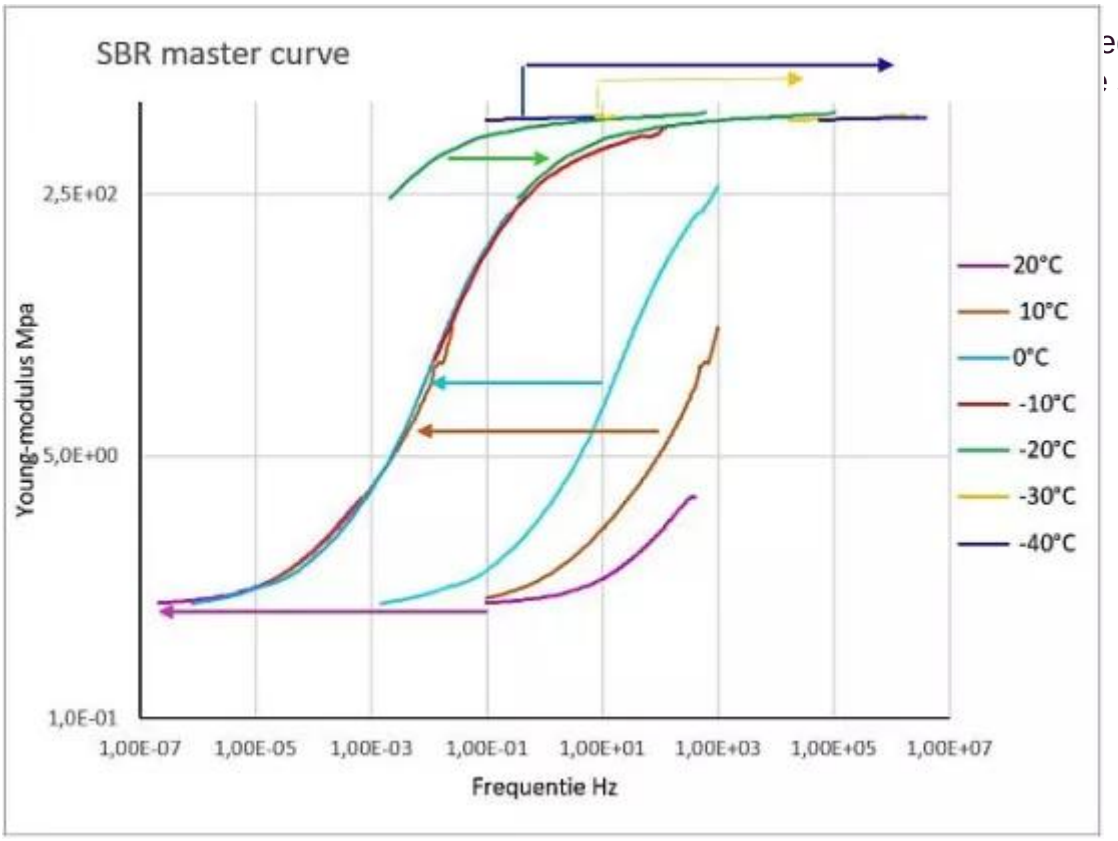
Master-curve-techniek

Het meten van de visco-elastische eigenschappen van materialen bij hoge frequenties is noodzakelijk in tal van industriële toepassingen, zoals het voorspellen van de prestaties en de veiligheid van banden, geluids- en trillingsreductie in de machinebouw, het akoestisch ontwerp van voertuigen en industriële verwerkingsmachines.

Het visco-elastische gedrag is frequentie- en temperatuurafhankelijk. Tijdens overgangsprocessen zijn frequentie- en temperatuurafhankelijk gedrag equivalent. Die equivalentie wordt TTS (Time-Temperature Superposition) genoemd en vormt de theoretische basis van de master curve-techniek, waarmee het gedrag van polymeren buiten het testbereik kan worden voorspeld. Immers:

- De hoge frequenties zijn equivalent aan de lage temperaturen. Het monster is in glastoestand en heeft dus een hoge modulus.

- De lage frequenties zijn equivalent aan de hoge temperaturen. Het monster is in rubbertoestand en heeft dus een lage modulus.



egankelijke
sweeps worden

Meer informatie over de Mettler Toledo DMA SDTA861 vindt u op onze Sirris Test Labs-website.

De DMA SDTA861 is een van de vier toestellen waarmee onze nieuwe thermische-analyseketen is uitgerust. De overige zijn een Flash DSC 2+, een TMA SDTA2+ en een DSC.

Time-Temperature Superposition using DMA , Webinar Mettler Toledo 2017

Thermal analysis excellence – Brochure DMA/SDTA861 , Mettler Toledo

Analyse mécanique dynamique , Webinaire Mettler Toledo 2012

Master Curve Construction – Exploiting the TTS Principle , Mettler Toledo Thermal analysis , June, 27 2018

Auteurs