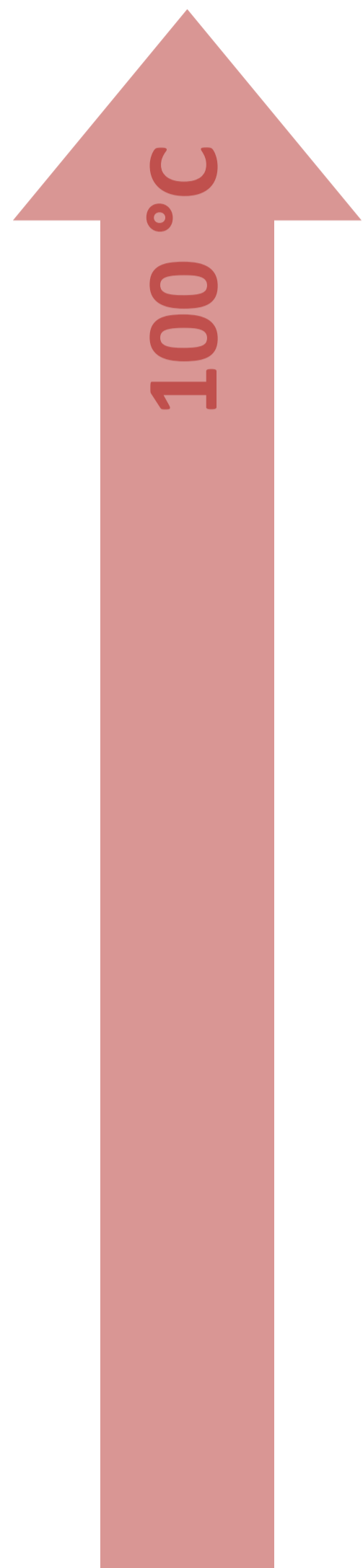


Het ontwerpen van een meetopstelling voor de impulsexcitatietechniek bij -80 °C tot 100 °C

Zhu Yongkang

master IW elektromechanica



Introductie

IMCE te Genk is een bedrijf dat gespecialiseerd is in de impulsexcitatietechniek. De impulsexcitatietechniek is een genormeerde methode die de mogelijkheid biedt om de elasticiteitsmodulus van een materiaal, volgens een niet-destructief wijze, te meten. De hoofddoelstelling is het ontwerpen van een meetopstelling bij een temperatuurbereik van -80 °C tot 100 °C. De subdoelstelling is een concept voor het temperatuurbereik van -180 °C tot 100 °C.

Het toestel zou interessant kunnen zijn voor de kunststof- en rubberindustrie, aangezien de glastransitietemperaturen van de meeste kunststoffen en rubbers binnen het vooropgestelde temperatuurbereik liggen.

Ontwerpeisen

- Temperatuurbereik van -80 °C tot 100 °C
- Instelbare temperatuur met een minimale nauwkeurigheid van 1 °C
- Instelbare afkoel- & opwarmnelheid
- Minimale temperatuurafwijking van ±1°C tussen het monster en de gemeten temperatuur
- Condensvrije meetomgeving
- Gebruik maken van de impulsexcitatietechniek

Materiaal en methode

Het ontwerpen van deze meetopstelling kan in 3 fasen verdeeld worden.

In de eerste fase werden literatuurstudies gedaan. Verschillende facetten, omtrent het opbouwen van een cryogeen systeem, werden onderzocht. De tweede fase is een test fase. Een aantal lage temperatuurtesten werden uitgevoerd opdat de prestatie van een cascade dampcompressiesysteem en het materiaalgedrag van het monster geanalyseerd zouden kunnen worden. De derde fase is het ontwerpen van de meetopstelling. Alle reeds gemaakte keuzes werden hierbij tot een geheel geïntegreerd.

Impulsexcitatietechniek

De impactexcitatie techniek is een niet-destructieve meetmethode om de materiaaleigenschappen van een monster te bepalen. De meting is gebaseerd op het meten van de fundamentele resonantiefrequentie van dat monster. Door het monster mechanisch te exciteren met een excitatiebron, ontstaan er trillingen. Dit signaal wordt vervolgens opgenomen en verwerkt door een transducer.

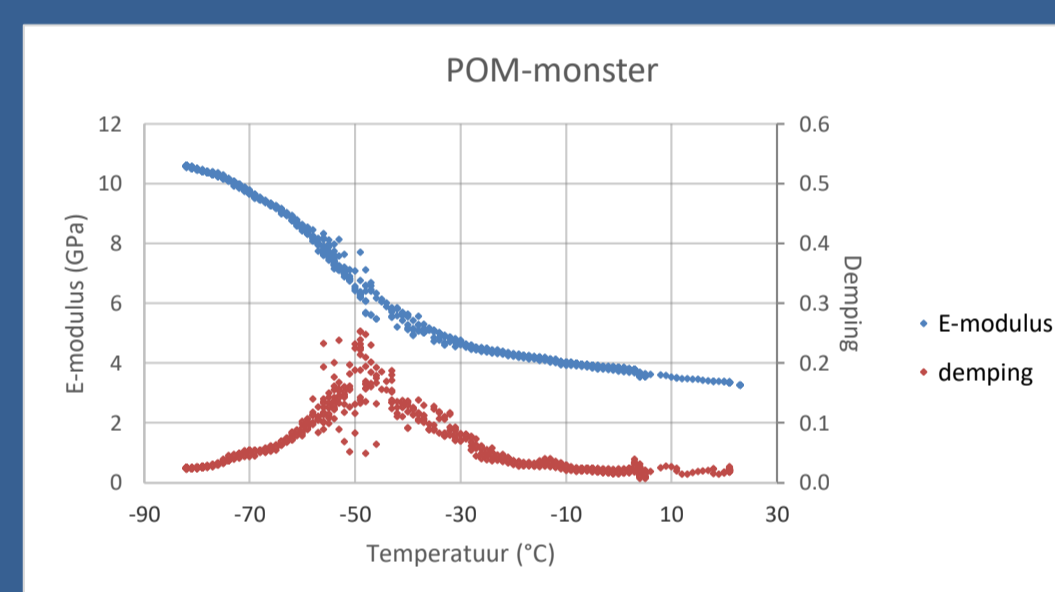
De fundamentele resonantiefrequentie wordt gezocht en de hogere harmonische signalen worden weggefilterd. Met deze resonantiefrequentie bepaalt men materiaaleigenschappen, zoals de elasticiteitsmodulus, de schuifmodulus, het Poisson-getal en de demping, van het monster.



Figuur 1: Impulsexcitatiesysteem: RFDA basic (IMCE.nv, 2017)

Meetresultaat

Één getest monster is uit polyoxymethylene (POM) vervaardigd en heeft een theoretische glastransitietemperatuur van -40 °C. In het meetresultaat is de E-modulus van dit monster na deze glastransitie verdrievoudigd. In hetzelfde gebied is er ook een forse toename in de dempingswaarde. Eenmaal deze transitiefase voorbij is daalt de demping naar zijn oorspronkelijke waarde.



Figuur 2: E-modulus en demping van het POM-monster i.f.v. de temperatuurverandering

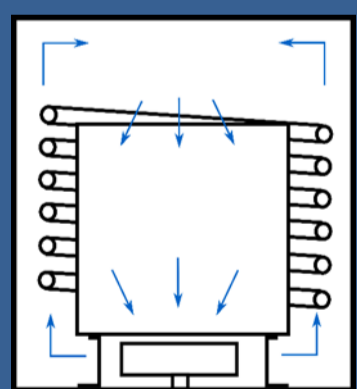


Ontwerp

In dit ontwerp wordt een monster samen met het impulsexcitatiesysteem in een meetkamer geplaatst. Het basisprincipe van dit ontwerp is om een extern temperatuurregelsysteem aan de meetkamer te koppelen. Het temperatuurregelsysteem dat hier wordt gebruikt heeft een koelvermogen van 2,8 kW en een warmtevermogen van 1,5 kW. Via een koperen leiding wordt het vermogen aan het monster doorgegeven.

De kamer is thermisch geïsoleerd en vacuümdicht. De thermische isolatie is een vacuümlaag die zowel de warmtegeleiding als de convectie tussen de wanden minimaliseert. Als opbouw materiaal voor dit systeem wordt hier AISI 316N gekozen. Dit materiaal heeft een hoge vloeispanning over een zeer breed temperatuurbereik. Bovendien wordt de hele kamer, d.m.v. speciale dempers, eveneens geïsoleerd van alle externe trillingsbronnen zodat de metingen in een trillingvrije omgeving uitgevoerd kunnen worden.

De warmteoverdracht in de meetkamer gebeurt voornamelijk via gedwongen convectie. Daarom wordt hier ook een ventilator gebruikt om de convectieve warmteoverdracht in de kamer te versnellen. De ventilator heeft een centrifugaal schoepenwiel en wordt zo gepositioneerd, dat hij een homogene temperatuur in de kamer kan creëren.

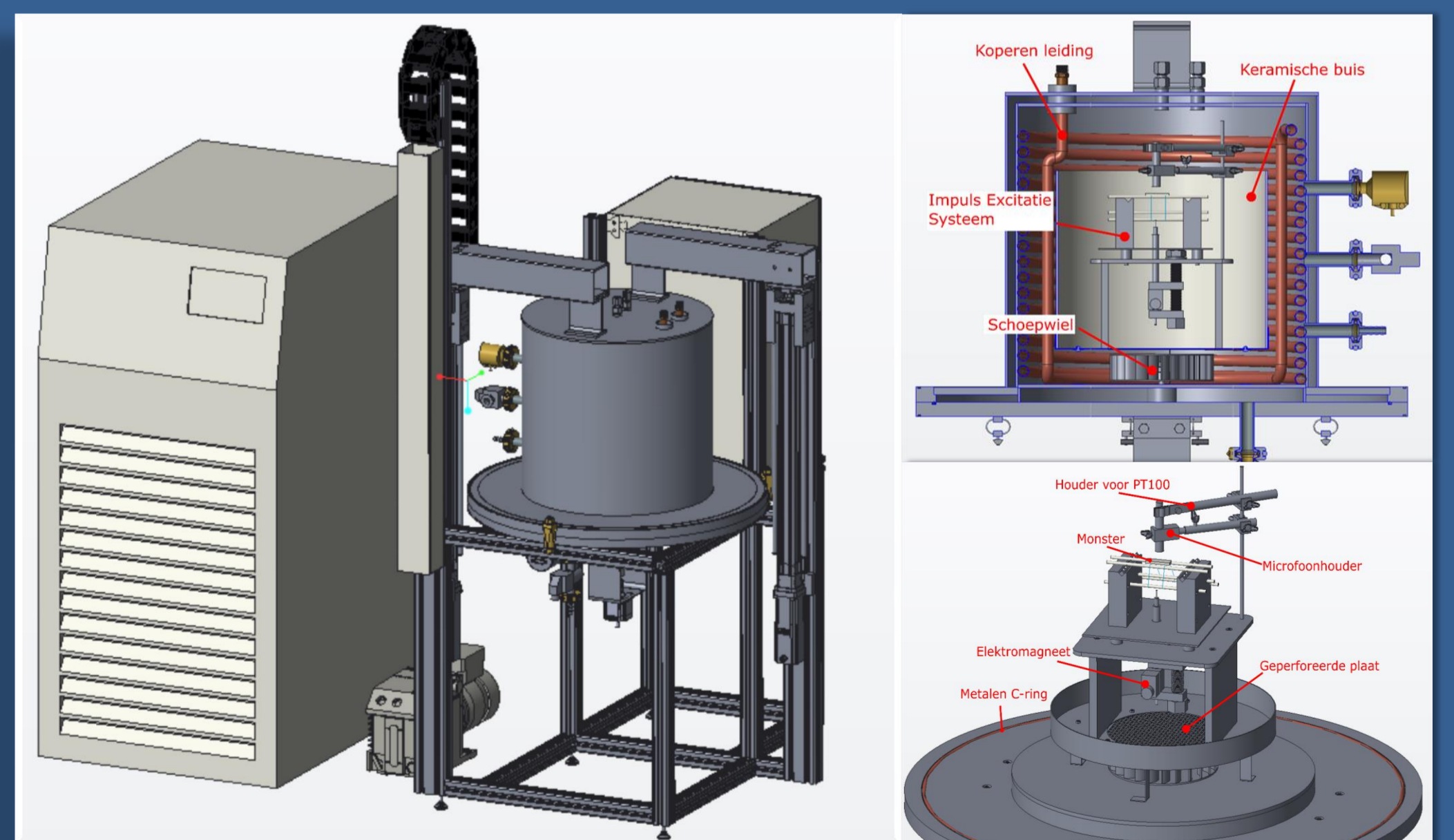


Figuur 3: Gasstroming in de meetkamer

Het impulsexcitatiesysteem rust op een geperforeerde plaat die zich boven de ventilator bevindt. Met de bedoeling om het gas naar boven te leiden, wordt rondom het impulsexcitatiesysteem nog een keramische buis gezet. Bijgevolg zal het gas bij het opstijgen afgekoeld/ opgewarmd worden door de vloeistof in de koperen leiding. Wanneer het gas de bovenkant van kamer bereikt, zal het terug naar beneden stromen en het monster afkoelen/ opwarmen.

Verwijzingen:

IMCE.nv. (2017). RFDA Basic. from IMCE: <http://www.imce.eu/products/rfda-basic>



Figuur 4: Het overzicht van het systeem (links), de bovenste (rechtsboven) en de onderste helft van de meetkamer (rechtsonder)

Promotoren / Copromotoren: Ing. Bollen Bart
Dr. Wouters Stan