

Die Bestimmung viskoelastischer Materialparameter von Polymeren mittels eines Puls-Echo-Messverfahrens

Mittwoch, 19. Juni 2024 09:40 (25 Minuten)

Die Auswahl geeigneter Polymermaterialien mit den richtigen akustischen Eigenschaften ist entscheidend für die Gestaltung von Schalldämpfern, Lautsprechern und anderen akustischen Bauteilen. Insgesamt ist dabei auch das Verständnis der Frequenzabhängigkeit der Materialparameter von Polymeren für simulationsgestützte Designprozesse unerlässlich, da es die Möglichkeit bietet, Bauteile zu entwickeln, die den spezifischen Anforderungen ihrer Anwendung gerecht werden. Um hier realistische Simulationsergebnisse liefern zu können, ist die präzise Kenntnis der Materialparameter notwendig. Vor allem die Bestimmung von viskoelastischen Materialparametern stellt hier ein Problem dar, da es bisher kein standardisiertes Messverfahren gibt. Typischerweise enthalten Datenblätter der meisten Polymere lediglich quasistatische, elastische Materialparameter, die in Zugversuchen ermittelt wurden. Nichtsdestotrotz gibt es Ansätze, um das Materialverhalten dieser Werkstoffe zerstörungsfrei im hochdynamischen Bereich bis hin zu einigen Megahertz zu bestimmen.

Dieser Beitrag basiert auf einem geführte Wellen-Ansatz und konzentriert sich auf die Bestimmung der akustischen Materialparameter von Polymeren mithilfe eines Messverfahrens im Reflexionsmodus. Ausgangspunkt bildet dabei ein Ultraschall-Transmissionsmessplatz, welcher für ein Puls-Echo-Messverfahren modifiziert wurde.

Hierbei wird ein elektrisches Sendesignal mit variabler Mittenfrequenz im MHz-Bereich von einem Signalgenerator erzeugt, von dem breitbandigem Schallwandler in eine mechanische Welle umgewandelt und in die darauf platzierte zylindrische Probe eingekoppelt. Die durch den Probekörper propagierende Schallwelle wird am Ende der Probe reflektiert und wandert zurück zum Schallwandler, sodass zeitabhängige Signale gemessen werden. Das Besondere hierbei ist das aktive Element des Schallwandlers, ein 1-3 piezoelektrisches Komposit mit strukturierten Elektroden. So kann die Probe, in zylindrischen Segmenten phasenversetzt angeregt werden, was die Sensitivität des Messsystems gegenüber Scherbewegungen innerhalb der Probe erhöht. Die materialspezifischen Eigenschaften der Probe beeinflussen das Empfangssignal, aus welchem zunächst Laufzeiten und Dämpfungseinflüsse geschätzt werden. Aus diesen Startwerten werden anschließend mithilfe eines inversen Verfahrens die viskoelastischen Materialparameter ermittelt. Dazu werden simulativ berechnete Zeitverläufe der propagierenden Schallwellen mittels einer Kostenfunktion mit dem messtechnisch ermittelten Zeitverlauf verglichen. Ein Optimierungsalgorithmus bewertet den Vergleich und optimiert die Materialparameter bis die Simulation mit der Messung übereinstimmt. Dies ermöglicht die zuverlässige Identifikation der Parameter eines viskoelastischen Materialmodells sowie eine umfassende Beschreibung des akustischen Materialverhaltens von Polymeren über einen weiten Frequenzbereich von 0,5 MHz bis 2,5 MHz.

Hauptautor: DREILING, Dmitrij (Universität Paderborn)

Co-Autoren: Herr ITNER, Dominik; Prof. BIRK, Carolin; Dr. GRAVENKAMP, Hauke; Prof. HENNING, Bernd (Universität Paderborn)

Vortragende(r): DREILING, Dmitrij (Universität Paderborn)

Sitzung Einordnung: Materialcharakterisierung

Track Klassifizierung: Vorträge