Ermüdungsversuche im Ultraschallbereich

Messung von Wöhlerkurven mit Ultraschall-Aktoren zur Bestimmung der Schwingfestigkeit

Materialeigenschaften von Metall und Kunststoff

Technische Produkte werden heutzutage großteils am Rechner konstruiert. Zur Berechnung von statischen und dynamischen Verformungen und Spannungen werden dabei zahlenmäßige Annahmen über Elastizitäten und Festigkeiten der Werkstoffe zugrunde gelegt. Während es sich bei Metallen um relativ verlässliche Zahlenwerte handelt, bestehen z.B. bei technischen Kunststoffen oder keramischen Werkstoffen häufig erhebliche Unsicherheiten, ob die in Datenblättern angegebenen Zahlenwerte tatsächlich den realen Gegebenheiten entsprechen.

Noch weniger belastbare Angaben als zur Elastizität und zur Zugfestigkeit findet man zu Dämpfungeigenschaften und zur Schwingfestigkeit von Materialien. Bei dynamischer oder zyklischer Beanspruchung sind dies aber sehr wichtige Eigenschaften, denn sie entscheiden über den Leistungsbedarf, die Eigenerwärmung und die Belastbarkeit von Bauteilen.

Wöhlerkurven: Aussagen zum Ermüdungsverhalten

Bei dynamischer Beanspruchung versagen Werkstoffe aufgrund meist aufgrund von Materialermüdung. Das gilt gleichermaßen für Metalle wie für viele Polymerwerkstoffe (Abb. 1). Bei einigen Werkstoffen beobachtet man bei Lastspielzahlen oberhalb 10^7 Zyklen annähernd eine Dauerfestigkeit, aber für viele Materialien ist diese Annahme nicht gerechtfertigt. Hier müssen Versuche bis weit über 100 Mio. Zyklen durchgeführt werden, um halbwegs brauchbare Aussagen zur Schwingfestigkeit treffen zu können.

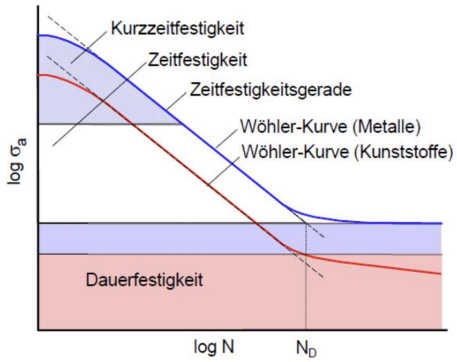

Abb. 1: Schematische Darstellung von Wöhlerkurven [Lexikon der Kunststoffprüfung, PSM Merseburg]

Ultraschallversuche: 10^8 Zyklen in einer Stunde

Bei der ATHENA Technologie Beratung GmbH werden Ermüdungstests an stabförmigen Proben durchgeführt, die in ihrer Eigenresonanz erregt werden, typischerweise im zweistelligen kHz-Bereich. Dieses Verfahren hat den besonderen Vorteil, dass sich Lastspielzahlen im Bereich 10^8 (d.h. 100 Mio. Zyklen) innerhalb einer Stunde erreichen lassen, um das Ermüdungsverhalten messtechnisch zu untersuchen. Auf diese Weise lassen sich Aussagen zur Schwingfestigkeit innerhalb von Stunden treffen, für die mit konventionellen Methoden mehrere Wochen benötigt werden.

Prüfstand für Ultraschall-Wöhlerversuche

Um bei Ultraschallfrequenzen definierte mechanische Spannungsamplituden bis zur Ermüdungsgrenze zu erreichen, muss die Materialprobe als Resonanzschwinger gestaltet werden. Die zur Erregung benötigten Ultraschallaktoren sind im Bestand der ATHENA Technologie Beratung GmbH zahlreich vorhanden. Wir betreiben sie mit dem ATHENA Ultraschall-Generator, dessen geregelter Resonanzbetrieb für ausreichende Amplitudenkonstanz sorgt. Hierbei ist der Online-Messdatenmonitor extrem hilfreich: Er ermöglicht die Überwachung und Speicherung aller Messsignale (elektrische Amplituden, Frequenz, Geschwindigkeit, Temperatur) vom Beginn bis zum Ausfallzeitpunkt (Abb. 2).

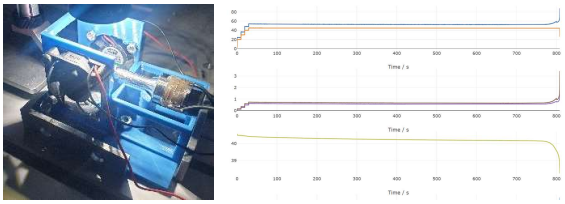

Abb. 2: Messaufbau und Aktor für Wöhlerversuche im Ultraschallbereich und Signalaufzeichnung eines Versuchs bis zum Versagen durch Ermüdung.

Kontakt

Autor: Dr.-Ing. Walter Littmann, Leiter der Technischen Entwicklung der ATHENA Technologie Beratung GmbH

ATHENA
Technologie Beratung GmbH
Technologiepark 13
33100 Paderborn

Tel.: +49-52 51-3 90 65 60
Fax: +49-52 51-3 90 65 63

E-Mail: info@myATHENA.de
http://www.myATHENA.de