

Temperatur in Piezo- und Ultraschallsystemen

Gekoppelte strukturmechanische und thermische Simulationen und Messungen

Dynamische Beanspruchung und Temperatur

Dynamisch beanspruchte Systeme und speziell in Resonanz betriebene Wandler werden auf unterschiedliche Weise beansprucht. Zur Charakterisierung und Optimierung interessiert beispielsweise die Verteilung mechanischer Spannungen, denn bei Überschreitung kritischer Grenzspannungen kann es zu Rissen kommen. Häufig ist daneben die Temperaturentwicklung von Interesse.

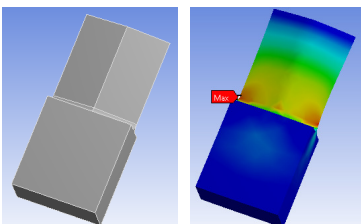


Bild 1 Geometrie und dynamische Spannung in einer $\lambda/2$ -Schneidsonotrode

Thermisches Versagen in Piezosystemen

Unter anderem in Piezosystemen gibt es die Möglichkeit des thermischen Versagens: Wenn eine kritische Temperatur in der Piezokeramik überschritten wird (sog. „Curie-Punkt“), so verliert der Werkstoff seine piezoelektrischen Eigenschaften, was unbedingt vermieden werden muss.

Messtechnisch ist es nicht einfach zu bestimmen, welche Temperatur überhaupt im Innern eines Werkstoffs erreicht wird, da man im Allgemeinen nur die Oberflächentemperatur messen kann. Hier können durch Messungen validierte Simulationsrechnungen wichtige Erkenntnisse für den Konstruktionsprozess liefern.

Simulation thermischer Probleme

Für thermische Simulationen ist die aus den Dämpfungseigenschaften des Materials resultierende Leistungsverteilung von wesentlicher Bedeutung (Bild 2). Nach einer mehr oder weniger langen Aufheizzeit führt sie bei Dauerbetrieb irgendwann zu einer stationären Endtemperaturverteilung.

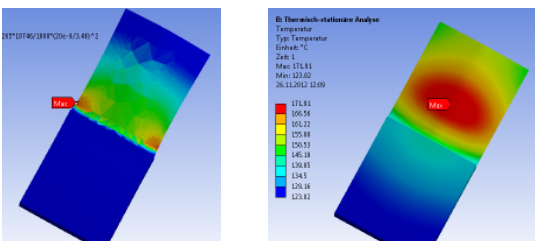


Bild 2 Thermische Simulation - links: Leistungsdichteverteilung - rechts: Stationäre Temperaturverteilung

Welche Temperaturverteilung sich im Endzustand ergibt, ist u.a. von der Wärmeleitfähigkeit des Materials abhängig. Dass der Aufheizvorgang überhaupt limitiert ist, ist auf Wärmekonvektion durch die Oberflächen zurückzuführen.

Aufheizvorgänge

Während das System nach langem Dauerbetrieb ein Temperaturgleichgewicht erfährt, ergibt sich zu Beginn der Aufheizung meist eine Temperaturverteilung, deren momentanes Maximum an der Stelle auftritt, an der die Hauptwärmequelle liegt. Wie die Aufheizung zeitlich verläuft, hängt maßgeblich von der Wärmekapazität des Materials ab. Bild 3 zeigt die Temperaturverteilung in der Schneidsonotrode aus Bild 1 kurz nach Beginn des Aufheizvorgangs. Rechts ist ein Messergebnis mit einer Wärmebildkamera dargestellt.

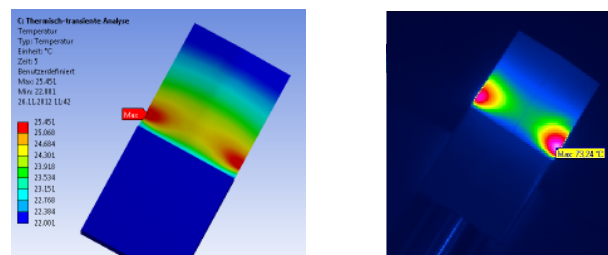


Bild 3 links: Temperaturverteilung zu Beginn der Aufheizphase - rechts: Thermografie-Messung der Oberflächentemperatur. In beiden Bildern ist ein Hot-Spot im Bereich der maximalen Leistungsdichte aus Bild 2 erkennbar.

Unser Angebot

Für Ihre Problemstellungen im Bereich (elektro-) mechanisch-thermischer Probleme unterstützen wir gern bei der Suche passender Lösungswege. Darüber hinaus bieten wir Beratung zum Wissenstransfer an.

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>