

Thermoelastische Spannungsanalyse

Bei thermoelastischen Spannungsanalysen (TSA) werden Bauteile zyklisch belastet und die durch die Thermoelastizität hervorgerufenen Temperaturänderungen mit einer Wärmebildkamera gemessen. Mit diesen Daten können Rückschlüsse auf die im Bauteil herrschenden mechanischen Spannungen gemacht werden. Damit dieses Verfahren aber zuverlässig funktioniert, müssen etliche Messparameter und deren Einfluss bekannt sein.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, diese Einflussfaktoren zu eruieren und zu kombinieren, sodass erste erfolgreiche TSA-Messungen durchgeführt werden können. Dabei sollen einerseits bestehende Arbeiten zum Thema verwendet, andererseits mit den in der vorangegangenen Projektarbeit entwickelten Proben Versuche durchgeführt werden. Um gewisse Effekte zu modellieren werden zudem Simulationen erstellt.

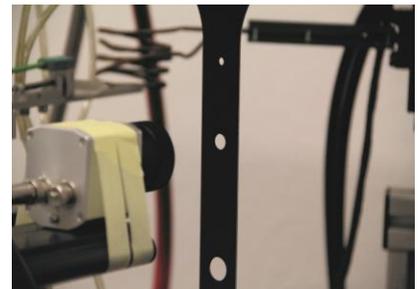
Zu Beginn der Arbeit wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Dabei konnten einige neue Erkenntnisse gewonnen werden. Anschliessend wurde eine Halterung entwickelt, an der eine Wärmebildkamera befestigt werden kann. Danach wurden Simulationen erstellt, welche einerseits die Temperaturverläufe, andererseits die Wärmediffusion innerhalb der Proben berechneten. Damit konnten verschiedene Gesichtspunkte untersucht und interpretiert werden. Zum Schluss der Arbeit wurde eine Vielzahl von zyklischen Versuchen durchgeführt, um die Simulationen zu verifizieren und generelle Erkenntnisse zu gewinnen.

Aus den Temperaturverlauf-Simulationen geht hervor, dass für diese Arbeit die in der erweiterten Kelvin-Formel vorhandenen Terme einen äusserst geringen Einfluss auf das Messergebnis haben. Falls Messungen mit grösseren Spannungsamplituden durchgeführt werden, dürfen diese Effekte aber keinesfalls ausser Acht gelassen werden. Mit der Simulation konnte gezeigt werden, dass die Wärmediffusion bei Bauteilen mit Spannungsgefällen einen signifikanten Einfluss auf das Messergebnis haben kann. Eine Erhöhung der Belastungsfrequenz hilft, den Wärmetransport einzudämmen. Aus den Versuchen geht hervor, dass die gemessene Temperaturdifferenz frequenzabhängig ist. Dies ist allerdings kein Effekt, der mit der Thermoelastizität zusammenhängt, sondern wird durch die Systemantwort der Kamera hervorgerufen. Grundsätzlich war es möglich, erste erfolgreiche TSA-Messungen durchzuführen. Die Ergebnisse stimmen grösstenteils gut mit der Theorie überein. Trotzdem konnten Punkte eruiert werden, die für zukünftige Messungen zu verbessern oder die noch weiter zu untersuchen sind.

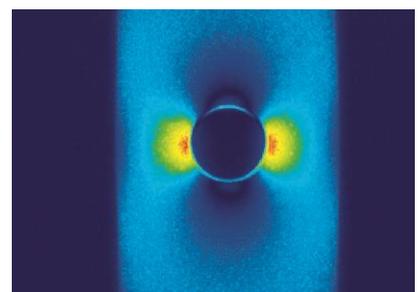


Diplomand
Fabian Keusch

Dozent
Arnd Jung



Eine Mikrobolometer-Wärmebildkamera ist auf eine mit Kreidespray beschichtete Aluminiumprobe gerichtet



Durch einen Lock-in-Algorithmus erzeugtes Amplitudenbild der Temperaturverteilung rund um eine Bohrung