

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Notwendige Weiterentwicklung der Ultraschallverfahren zur Bestimmung mechanischer Spannungszustände in Bauteilen	1
1.2	Historischer Überblick über die Entwicklungsschritte der Ultraschallverfahren zur Bestimmung mechanischer Spannungszustände in Bauteilen	4
2	Grundlagen der Ultraschallverfahren zur Spannungsanalyse	13
2.1	Ausbreitungsgeschwindigkeiten elastischer Wellen in Ein - und Vielkristallen mit kubischer Kristallsymmetrie	13
2.2	Ausbreitungsgeschwindigkeiten elastischer Wellen in kubischen Vielkristallen mit Last- oder Eigenspannungen	18
2.3	Bestimmung der elastischen Werkstoffkennwerte zur quantitativen Spannungsanalyse mit Ultraschallverfahren	23
2.3.1	Elastische Konstanten II. Ordnung	23
2.3.2	Elastische Konstanten III. Ordnung und akustisch-elastische Konstanten	24
3	Einflüsse von Gefügezustand und Temperatur auf die Meßgrößen und Materialkennwerte	35
3.1	Einfluß einer orthorhombischen Textur	35
3.2	Einfluß des Gefügezustandes	47

3.3	Einfluß der plastischen Verformung	60
3.4	Einfluß der Temperatur	66
3.5	Einfluß der Dichte von Keramiken	70
4	Verfahren zur Berücksichtigung des Einflusses von Gefügezustand und Temperatur bei der Ultraschall - Spannungsanalyse	73
4.1	Spannungsanalyse an Halbzeugen mit Walztextur	73
4.2	Spannungsanalyse an Bauteilen mit unbekanntem Gefügezustand	79
4.3	Spannungsanalyse an Bauteilen mit plastischer Verformung	83
4.4	Spannungsanalyse an Bauteilen unterschiedlicher Temperatur	84
5	Meßtechnik und Prüfgeräte	85
5.1	Messungen der Laufzeit eines Ultraschallpulses	85
5.2	Sensorik	90
5.3	Geräte zur Bestimmung von Spannungszuständen in Bauteilen mittels Ultraschallverfahren	92
6	Anwendungen der Ultraschall - Spannungsanalyse an Bauteilen	97
6.1	Oberflächennahe Spannungsanalyse Längs- und Umfangseigenstress in Walzen Umfangseigenstress in Rad-Hohlwellen	100
6.2	Einachsige Volumenspannungen Lastspannungen in Schrauben und Bolzen Eigenstress in neuen Schienen Längsspannungen in Schienen im Gleis	106

Inhaltsverzeichnis

6.3	Zweiachsige Volumenspannungen Eigenspannungen in Radkranzen Eigenspannungen in gewalzten Bändern	113
6.4	Schweißigenspannungen in Stahl- und Aluminiumbauteilen Schweißnähte in Stahlblechen Schweißnaht in einem Al-Blech	119
6.5	Dreiachsige Volumenspannungen und Spannungs- gradienten	125
6.6	Genauigkeit der Ultraschall - Spannungsanalyse Schallgeschwindigkeit Elastische Konstanten II. Ordnung Akusto-elastische Konstanten Elastische Konstanten III. Ordnung Spannungswerte	128
7	Weiterentwicklungen	133
8	Zusammenfassung	135
9	Literaturverzeichnis	143

Anhang A

Beschreibung der Materialproben

Anhang B

Kopie der Patentschrift zu Patent Nr. 39 05 956 :

Vorrichtung zur Messung von Ultraschall-Laufzeiten

Anhang C

Lebenslauf