



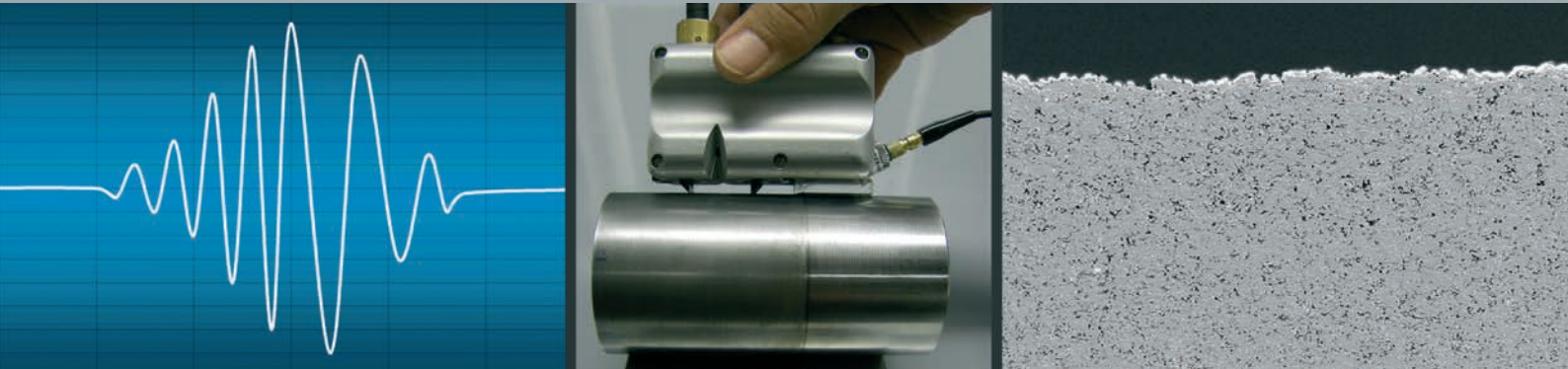
Fraunhofer

IWS



Dresden

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS



QUALITÄTSKONTROLLE THERMISCH GESPRITZTER SCHICHTEN DURCH LASERAKUSTIK

Zerstörungsfreie Prüfung

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Winterbergstraße 28, 01277 Dresden

Fax +49 351 83391-3300

www.iws.fraunhofer.de

Ansprechpartner:

Dr. Filofteia-Laura Toma

Telefon +49 351 83391-3191

filofteia-laura.toma@iws.fraunhofer.de

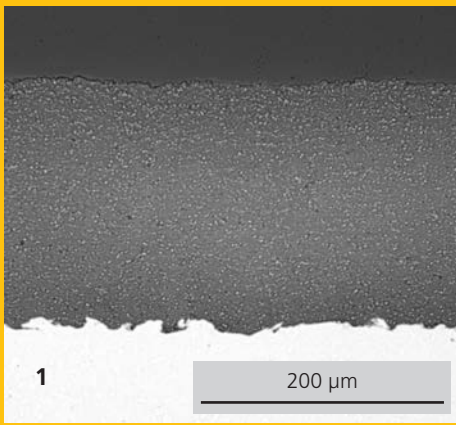
Aufgabe

Thermisches Spritzen ist eine hocheffiziente Technologie, um Verschleißschutz- und funktionale Schichten auf sehr unterschiedliche Bauteile aufzutragen. Obwohl mit modernen thermischen Spritzverfahren nahezu porenfreie Schichten hergestellt werden können, sind Mikrodefekte und Restporosität nicht zu vermeiden. Abhängig vom Einsatz kann eine bestimmte Menge an Poren nützlich sein. In den meisten Fällen verringert die Porosität jedoch die Integrität der Schichten und somit die mechanische Stabilität. Ein schnelles und zerstörungsfreies Prüfverfahren zur Qualitätskontrolle thermisch gespritzter Schichten ist deshalb von großem Nutzen.

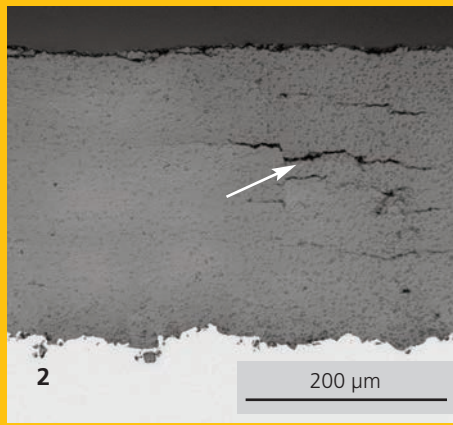
Lösung

Der Elastizitätsmodul ist nicht nur eine wichtige mechanische Kenngröße thermisch gespritzter Schichten, sondern auch ein sensibler Indikator von mikrostrukturellen Defekten in einer Schicht.

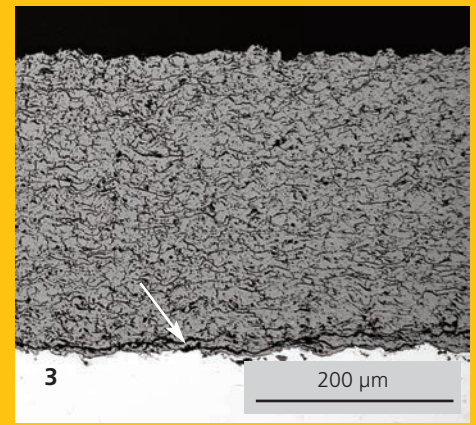
Die Messungen erfolgen mit der LAwave®-Methode, die auf laserinduzierten akustischen Oberflächenwellen beruht. Akustische Oberflächenwellen sind elastische Schwingungen geringer Auslenkung, die sich an den Oberflächen ausbreiten und daher die Materialstruktur nicht beeinflussen. Abhängig von der Frequenz, kann durch Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Elastizitätsmodul der Schicht bestimmt werden.



1
Suspensionsgespritzte dichte Al₂O₃-Schicht,
E = 101 GPa



2
Suspensionsgespritzte Al₂O₃-Schicht mit lateralen Rissen, E = 46 GPa



3
APS-gespritzte Cr₂O₃-Schicht mit Haftungsfehler

Ergebnisse

Laserinduzierte akustische Oberflächenwellen werden erfolgreich zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls von Spritzschichten aus keramischem Material, Hartmetallen sowie Mehrlagenschichten angewendet. Diese schnelle und zerstörungsfreie Prüfmethode erfasst ein größeres Schichtvolumen als der instrumentierte Eindringtest. Es wird der effektive Elastizitätsmodul dieses Volumens bestimmt, der von Mikrodefekten maßgeblich beeinflusst wird.

Das geprüfte Schichtvolumen beträgt mindestens 5 mm x 5 mm x Schichtdicke. Die Eindringtiefe Messung ist abhängig von der Wellenlänge, erreicht aber das Substrat für alle typischen Schichtdicken.

Anwendungsbeispiele

Nachweis von Rissen

Die dramatische Auswirkung von Rissen auf den Elastizitätsmodul ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Sie zeigen metallografische Querschliffe zweier suspensionsgespritzter Al₂O₃-Schichten. Während die Schicht in Abb. 1 eine dichte Struktur aufweist, zeigt die Schicht in Abb. 2 laterale Risse. Diese Risse verringern den Elastizitätsmodul von 101 GPa auf 46 GPa.

Nachweis von Haftungsfehlern

Die LAwave[®] Messung an einer APS-gespritzten Cr₂O₃-Schicht in Abb. 3 ergab einen Elastizitätsmodul von 23 GPa. In der Regel wird ein Wert von ca. 50 GPa gemessen.

Es wurde eine zweite Berechnung durchgeführt, bei der die Schicht in zwei Lagen aufgeteilt wurde. Für die Lage von ungefähr 10 µm Dicke an der Grenze zum Substrat wurden ein Elastizitätsmodul von E = 4 GPa ermittelt, während für die obere Lage mit einer Dicke von 290 µm ein Wert von E = 52 GPa bestimmt wurde. Dies führte zur Schlussfolgerung, dass unzureichende Schichthaftung vorliegt, die mit Hilfe metallografischer Untersuchungen nachgewiesen wurden.

Vorteile von LAwave[®]

- zerstörungsfrei
- schnell und zuverlässig
- Messung und Prüfung auch von Mehrlagenschichtsystemen
- mobil einsetzbar
- Zuverlässigkeit durch die Prüfung eines großen Schichtvolumens

Mit dem laserakustischen Prüfverfahren LAwave[®] ermittelte E-Module für Schichten unterschiedlicher Spritzverfahren

Atmosphärisches Plasmaspritzen (APS), Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF), Spritzen mit Suspensionen (Suspension)

Schichtwerkstoff	Spritzverfahren	E-Modul GPa
Al ₂ O ₃	APS	68 ± 1
Al ₂ O ₃	HVOF	113 ± 2
Al ₂ O ₃	Suspension	101 ± 6
TiO ₂	APS	76 ± 1
TiO ₂	HVOF	111 ± 1
TiO ₂	Suspension	88 ± 4

