

CR₂O₃-HOCHLEISTUNGSSCHICHTEN DURCH THERMISCHES SPRITZEN MIT SUSPENSIONEN

DIE AUFGABE

Chrom(III)-oxid (Cr₂O₃) ist ein weit verbreitetes Beschichtungsmaterial für Anwendungen insbesondere in der Druck- und Papierindustrie, der Pumpen- und Textilindustrie sowie für mechanische Dichtungssysteme. Cr₂O₃-Beschichtungen zeichnen sich durch eine hohe Härte, eine hohe Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit, gute Reib- und Gleiteigenschaften sowie eine gute Strukturierbarkeit durch Laser aus.

Cr₂O₃-Schichten werden hauptsächlich durch atmosphärisches Plasmaspritzen (APS) hergestellt. Der Auftragswirkungsgrad liegt bei etwa 30 bis 40 Prozent. Die APS-Schichten sind durch ein poröses Gefüge gekennzeichnet, was für einige Anwendungen nachteilig ist. Dichtere Schichten können mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF) erzeugt werden. Aufgrund des niedrigen Auftragswirkungsgrades (< 10 Prozent) ist dieser Spritzprozess bei den industriellen Lohnbeschichtern jedoch wenig verbreitet. Das Fraunhofer IWS arbeitet deshalb an der Entwicklung von dichten Cr₂O₃-Schichten mit hohem Auftragswirkungsgrad.

UNSERE LÖSUNG

Die wissenschaftlich-technische Lösung besteht in der Verwendung von thermischen Spritzverfahren mit Suspensionen. An Stelle von Beschichtungspulvern mit Partikelgrößen von 5 bis 50 µm kommen beim Spritzen mit Suspensionen Submikro- oder Nanopulver zum Einsatz (Abb. 1), die in einer Flüssigkeit feindispersiert werden. Die Verwendung von stabilen, niedrigviskosen wässrigen Suspensionen ist für die Langzeitstabilität und die Wirtschaftlichkeit der Prozesse entscheidend.

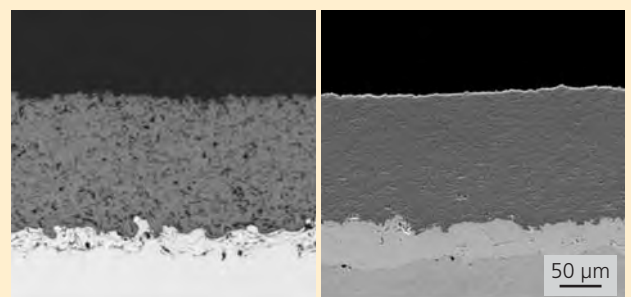
Deshalb wurden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IKTS konzentrierte wässrige Cr₂O₃-Suspensionen mit einem Feststoffanteil von bis zu 40 Masseprozent entwickelt und erprobt.

Die für das Spritzen von Suspensionen spezifischen Hardwarekomponenten wurden im IWS entwickelt und an herkömmliche APS- und HVOF-Spritzanlagen angepasst. Die Versuche zum Suspensions-HVOF (SHVOF) wurden mit einem TopGun-Brenner unter Verwendung von Ethen als Brennstoff vorgenommen. Die Suspension wird über einen Suspensionsdruckförderer transportiert (Abb. 2) und axial in die modifizierte Brennkammer injiziert. Suspensionsförderer und -druck werden während des Spritzprozesses kontinuierlich geregelt und überwacht.

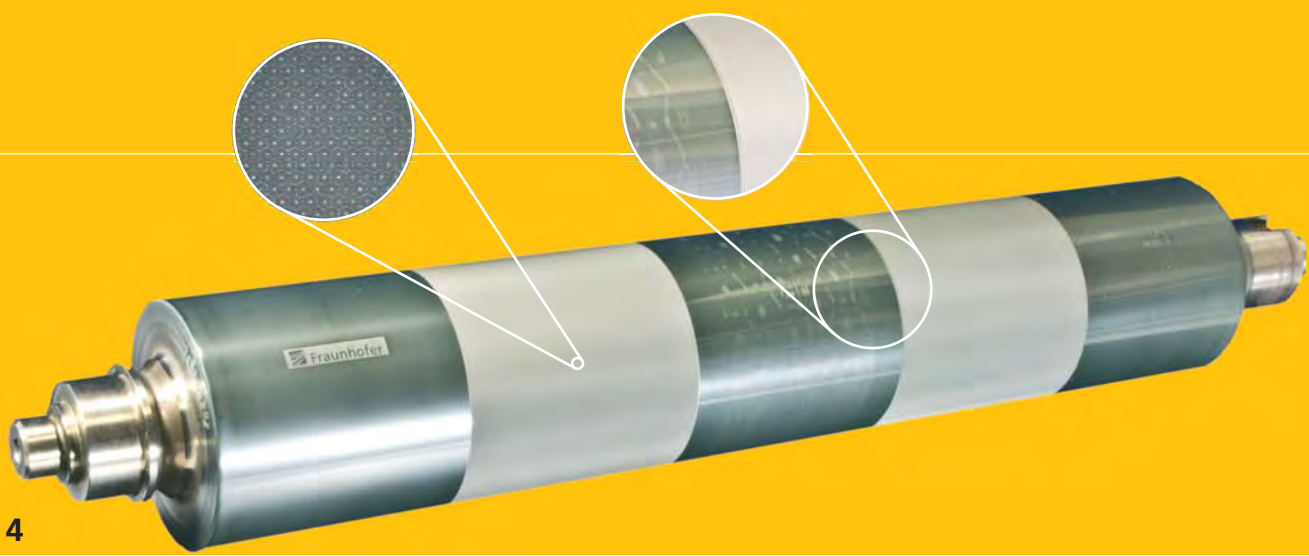
ERGEBNISSE

Im Vergleich zu den herkömmlichen APS-Schichten sind die SHVOF-Schichten durch eine dichtere Mikrostruktur gekennzeichnet (Abb. 3). Das typische rissanfallige Gefüge konventioneller Schichten konnte bei SHVOF-Schichten nicht beobachtet werden.

Querschliff-Aufnahmen einer APS-Cr₂O₃-Schicht (links) und einer suspensionsgespritzten SHVOF-Cr₂O₃-Schicht (rechts)

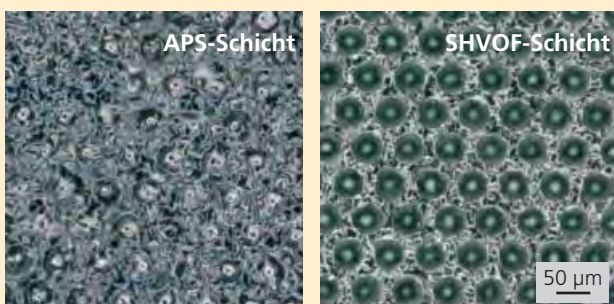


4



Für die Suspensionsschichten wurden Härte-
werte von 1200 bis 1500 HV 0,3 gemessen, die die Werte konventioneller APS-Schichten übertreffen. Durch die Verwendung feinerer Partikel verbessern sich auch die mechanischen Eigenschaften deutlich. Die E-Modul-Werte für die SHVOF-Schichten liegen über 135 GPa; die E-Modul Werte der APS-Schichten erreichen nur ca. 75 GPa. SHVOF-Schichten zeigen vergleichbare Verschleißkoeffizienten und geringere Reibwerte als die konventionell gespritzten Schichten. Dank ihrer dichteren Mikrostruktur sind die SHVOF-Schichten durch höhere Beständigkeit in korrosiven Medien gekennzeichnet. Bei der Beschichtung von Cr_2O_3 -basierten Schichten mit dem SHVOF-Verfahren konnten Auftragwirkungsgrade von 30 bis 35 Prozent erreicht werden, was eine Verbesserung von mehr als 300 Prozent gegenüber Cr_2O_3 -HVOF-Pulverschichten entspricht. Ein weiterer Vorteil der SHVOF-Schichten ist die glatte Oberfläche. Die Rauheitswerte (R_a) suspensionsgespritzter Schichten liegen mit 1 – 3 μm deutlich unter denen von pulverspritzten Schichten ($R_a > 5 \mu\text{m}$). Aufgrund dessen ergibt sich ein großes Potenzial für Kosten- und Zeitersparnis bei der Nachbearbeitung (Abschleifen, Polieren) der Suspensionsschichten. Abbildung 4 zeigt die Oberflächen-topografien der laserstrukturierten APS- und SHVOF-Schichten. Im Vergleich zu den konventionellen Schichten lassen sich die SHVOF-Schichten auch ohne Nachbearbeitung gut und feiner laserstrukturieren. Die feinen Gravuren bieten sich z. B. als Schmierstoffreservoir für tribologische Anwendungen an.

Topographie-Aufnahmen einer laserstrukturierten APS-Schicht (links) und einer SHVOF-Schicht (rechts). Laserstrukturierung wurde an wiegespritzten Schichten durchgeführt



5

SHVOF- Cr_2O_3 -Beschichtung auf einer Aluminium-Welle, poliert, laserstrukturiert und lasergraviert



6

Aufgrund der überragenden Schichteigenschaften besteht ein großes Anwendungspotenzial für die SHVOF- Cr_2O_3 -Schichten an korrosions- und verschleißbeanspruchten Bauteilen, z. B. für Druckwalzen und Wellen (siehe Abb. 4 und 6).

Die hier vorgestellten Arbeiten entstanden in Kooperation mit dem Fraunhofer IKTS im Rahmen des IGF-Vorhabens 18.154B / DVS-Nr. 02.094, gefördert durch die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS.

- 1 *Morphologie feiner Cr_2O_3 -Pulver für die Suspensionsherstellung*
- 2 *Drei-Druckbehältersuspensionsförderer*
- 4 *Druckwalzen-Demonstrator: SHVOF- Cr_2O_3 -Beschichtung, poliert, laserstrukturiert und lasergraviert*

KONTAKT

Dr. Filofteia-Laura Toma

+49 351 83391-3191

filofteia-laura.toma@iws.fraunhofer.de

