

Entwicklung einer neuartigen, verschleißfesten und chemisch beständigen Hartstoffschicht für den Einsatz bei höheren Temperaturen

Motivation und Zielstellung

Bei hohen Einsatztemperaturen, bei Einsatz in oxidationsfördernden Umgebungen oder bei Kontakt mit reaktiven bzw. sauerstoffaffinen Elementen können Zersetzungsvorgänge, Interdiffusion, Oxidation oder Adhäsion reaktiver Werkstoffe zum Schichtversagen führen. Durch die Entwicklung sauerstoffhaltiger Schichtstrukturen soll die Stabilität der Hartstoffschichten bspw. bei hohen Temperaturen, oxidierender Umgebung oder reaktiven Tribopartnern verbessert werden. Zielkriterien sind dabei eine erhöhte Oxidationsbeständigkeit bei höheren Einsatztemperaturen, eine Reduzierung der Oberflächenenergie sowie eine Verbesserung der chemischen Stabilität gegenüber korrosiver Beanspruchung.

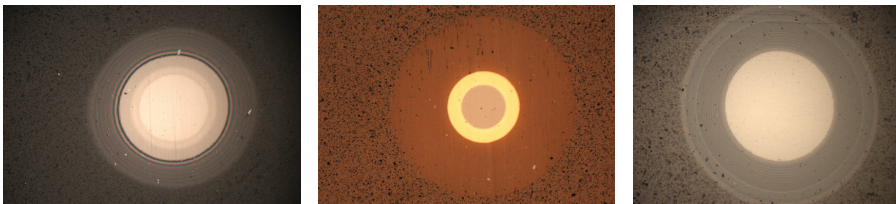


Bild 1: Kalottenschliffe auf Hartmetall der Schichten AlCrN-OXI-5A (links), ZrN-OXI-2-MB (Mitte) und nACrO³ (rechts)

Ergebnisse

Ausgehend von Erfahrungen bei der Abscheidung sauerstoffhaltiger Strukturen konnten erfolgreich oxinitridische und auch nanostrukturierte Schichten entwickelt, abgeschieden und bewertet werden. Ermittelt wurden dabei Haftfestigkeit, Zusammensetzung, Härte, Schichtdicke und -struktur sowie die Oberflächentopografie. In Bild 1 sind exemplarisch Kalottenschliffe von Schichtsystemen unterschiedlicher Strukturen und Zusammensetzungen dargestellt. Um die chemische Beständigkeit der entwickelten Schichtsysteme insbesondere bei höheren Temperaturen zu charakterisieren, wurden verschiedene Analysemethoden, wie z.B. die Salzsprühnebelprüfung, die Kontaktwinkelmessung (Oberflächenenergie), thermogravimetrische Analysen

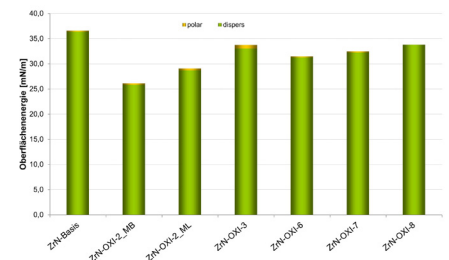
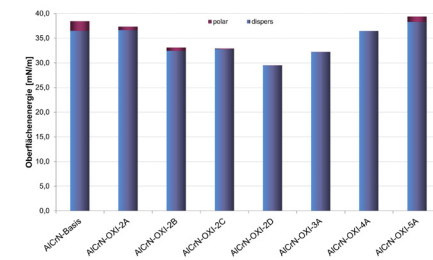


Bild 2: Oberflächenenergie der AlCrN-OXI-Schichten (li.) sowie der ZrN-OXI-Schichten (re.)

oder der Reibverschleiß eingesetzt. In Bild 2 sind beispielhaft Oberflächenenergien verschiedener OXI-Schichtsysteme dargestellt. Die Schichten weisen ein geringes Adhäsionsvermögen (polare Anteil) auf. Der disperse Anteil der Oberflächenenergie zeigt, dass die ZrN-OXI Varianten eine chemisch stabilere Oberfläche (geringere Oberflächenenergie) aufweisen als die AlCrN-OXI-Schichten.

Zr-O-N finden dabei diese Reaktionen bei deutlich niedrigeren Temperaturen statt als im System Al-Cr-O-N bzw. den nanostrukturierten Schichten (nACrO³). Auch der Sauerstoffanteil in den oxinitridischen Schichtsystemen hat einen Einfluss auf die Reaktionstemperatur.

Mit den erzielten Ergebnissen konnte erfolgreich nachgewiesen werden, dass durch den Einbau von Sauerstoff in den Schichtverbund die chemische und thermische Stabilität von Hartstoffschichten erhöht werden kann. Die Zielsetzungen:

- erhöhte Oxidationsbeständigkeit bei höheren Einsatztemperaturen
- Reduzierung der Oberflächenenergie
- Verbesserung der chemischen Stabilität gegenüber korrosiver Beanspruchung

konnten mit den entwickelten Schichten auf der Basis oxinitridischer Strukturen erreicht werden.

Die chemische Stabilität der abgeschiedenen Schichtsysteme gegenüber Sauerstoff bei verschiedenen Temperaturen wurde mit Hilfe der thermogravimetrischen Analyse ermittelt. Finden Reaktionen statt, so ändert sich die Masse des Systems. Je höher die Reaktionstemperaturen sind, um so höher ist die chemische Stabilität. Bild 3 zeigt exemplarisch anhand der Reaktionswärme (DSC), dass durch Einbau von Sauerstoff das Auftreten von Oxidationsreaktionen beeinflusst werden kann. Im System

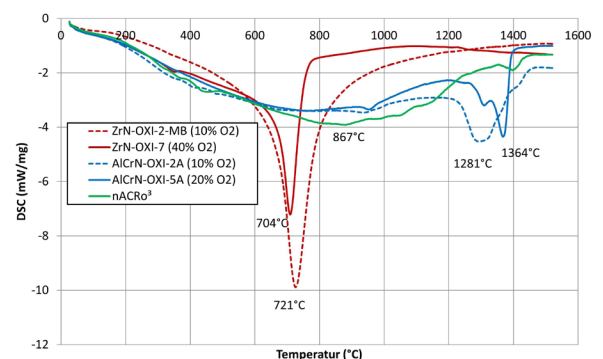


Bild 3: Ergebnisse der thermogravimetrischen Untersuchung (DSC-Signal) verschiedener OXI-Schichtsysteme sowie von nanostrukturierten Schichten