

Duktile Kohlenstoffschichten mit hoher Härte für hochbelastete Tribosysteme mit geringer Schmierung

Motivation / Aufgabenstellung

Kohlenstoffbasierte Hartstoffschichten mit einer diamantartigen Struktur (DLC) bieten aufgrund einer hohen Härte und günstiger Reibungseigenschaften hervorragende Einsatzmöglichkeiten. Weitere Vorteile sind die geringe Adhäsionsneigung und die chemische Inertheit, weshalb sich diese Systeme auch für Zerspan-, Umform- und Stanzprozesse eignen, bei denen hochharte Oberflächen benötigt und Anhaftungen vermieden werden sollen.

Durch Kombination verschiedener Abscheideprozeduren (reaktives Arc-PVD, PE-CVD) und verschiedenen Möglichkeiten der Oberflächen- sowie Schichtbeeinflussung wurden duktile Kohlenstoffschichten entwickelt und abgeschieden. Von besonderem Interesse waren hierbei:

- die Verbesserung der Schichthaftung durch Variation des Energieeintrages
- die Steuerung der Schichteigenschaften durch funktionelle Elemente und Strukturen
- die Schicht- und Oberflächenmodifizierung durch optimierte Vor- und Nachbehandlung

Ergebnisse

Im Rahmen der Untersuchungen wurden verschiedene Möglichkeiten kohlenstoffhaltiger Schichtsysteme betrachtet, auf Referenzproben und

Versuchswerkzeugen (Umformwerkzeugen) abgeschieden und hinsichtlich Rauheit, Reibung, Härte, Verschleiß und Schichtstruktur analysiert und bewertet.

Der Reibwert ausgewählter DLC-Varianten unter zyklischer Belastung mit einer Last von 15 N im Schwing-Reib-Verschleißtest ist in Bild 1 dargestellt. Im Vergleich mit Verschleißschutzschichten wie Nanocomposites, CrN oder TiCN können DLC-Schichtvarianten mit sehr geringen Reibwerten (teilweise <0,1) abgeschieden werden. Hierdurch können diese Schichten zur Reibungsminimierung, aber auch bei der Verarbeitung von Kunststoff oder Aluminium zur Reduktion von Anhaftungen eingesetzt werden. Die DLC-Schichtsysteme wurden weiter optimiert, um relevante Parameter den jeweiligen Anwendungsfällen anzupassen. Hierbei hatte die Haftfestigkeit die größte Bedeutung,



Bild 2: Beschichteter Ziehring (DLC-Beschichtung nACVlc) sowie Anzahl der mit den beschichteten Werkzeugen gefertigten Teile

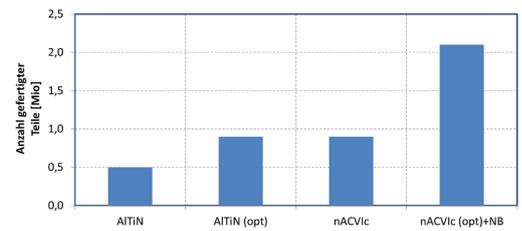
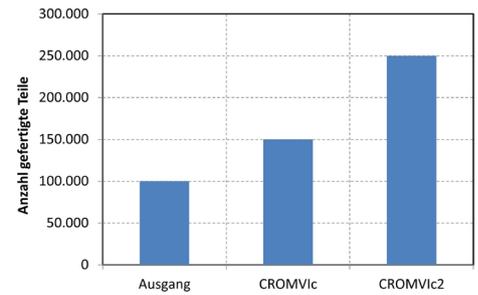


Bild 3: Beschichteter Fließpresskopf (DLC-Beschichtung CROMVlc2) sowie Anzahl der mit den beschichteten Werkzeugen gefertigter Teile



reich der Umformtechnik getestet. Schwerpunkt der Tests lag in einem wirtschaftlichen, prozesssicheren und qualitätsgerechten Einsatz der entwickelten Schichtsysteme.

Im Bereich des Tiefziehens wurden DLC Schichtsysteme entwickelt die sich aus einer verschleißbeständigen Kernschicht und einer reibwertoptimierten Deckschicht zusammensetzen. Die Standzeit optimal beschichteter Ziehringe (Bild 2) konnte signifikant gesteigert werden. Zu berücksichtigen ist, dass eine Nachbehandlung (Polieren) unbedingt erforderlich ist.

Ähnliche Ergebnisse konnten mit der Beschichtung von Werkzeugen zum Fließpressen erzielt werden (Bild 3). Durch eine optimierte siliziumhaltige DLC-Schicht (CrN+a-C:H:Si) konnte im Vergleich zu einem unbeschichteten Werkzeug die 2,5 fache Menge an Teilen gefertigt werden. Darüber hinaus wurde durch die Beschichtung auch die Prozessstabilität im industriellen Einsatz bei Industriepartnern erhöht. Auf Grund dieser guten Ergebnisse werden entsprechende Schichten künftig in der Seriefertigung beim Anwender eingesetzt.

aber auch die mechanischen (Duktilität, Härte) und chemischen Eigenschaften wurden berücksichtigt.

Einsatztests

Die Schichtsysteme mit den günstigsten Eigenschaften hinsichtlich Reibwert und Verschleißverhalten wurden unter Praxisbedingungen im Be-

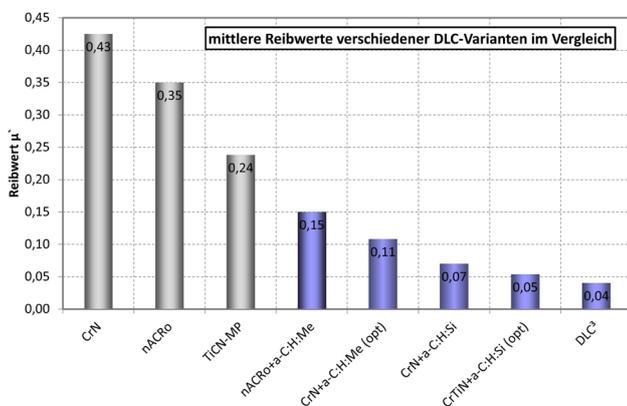


Bild 1: Reibwert verschiedener DLC-Varianten (blau dargestellt) im Vergleich mit anderen Hartstoffschichten