Simulationsgestützte Technologie und Werkzeugentwicklung für die Trockenbearbeitung schwer Spanbarer Werkstoffe (TopoSurf-SimTool)

Motivation und Zielstellung

Der Kühlschmiermitteleinsatz bei der spanenden Fertigung erfolgt zumeist mittels Öl oder Emulsion mit einer anschließenden Reinigung. Bei einer Tieftemperaturbearbeitung mit Einsatz von flüssigem CO_2 entfällt dieser Reinigungsschritt, die Zerspanung kann als trocken angesehen werden. Der Einsatz der CO_2 Kühlung führt neben einem ökologischen Effekt (reduzierter Reinigungsaufwand, weniger KSS-Einsatz, geringe Entsorgungskosten) auch zu einem wirtschaftlichen Vorteil (verlängerte Werkzeugstandzeit, höhere Schnittparameter, verbesserte Oberflächenqualität).

Im Rahmen eines gemeinsamen Projektes zwischen dem Fraunhofer IWU Chemnitz, der GFE Schmalkalden e.V., der Raussendorf Maschinen- und Gerätebau GmbH sowie der Kaestner-Tools GmbH werden durch eine abgestimmte Kombination aus Schicht-, Werkzeug- und Prozessparametern schwer spanbare Stahlwerkstoffe bei tiefen Bearbeitungstemperaturen erfolgreich bearbeitet. Die Entwicklung der Werkzeuge und Schichten erfolgt dabei zielgerichtet und beanspruchungsgerecht durch eine Prozesssimulation. Schwerpunkte der Arbeiten sind:

- Entwicklung von PVD-Hartstoffschichten für tiefe Einsatztemperaturen (GFE)
- Entwicklung spezieller Werkzeuge für tiefe Anwendungstemperaturen (KAESTNER)
- Entwicklung einer Simulationsmethodik (IWU)
- Entwicklung einer Technologie zur Tieftemperaturbearbeitung (RAUSSENDORF)

Ziel der GFE Schmalkalden e.V. war die Entwicklung von Schichtsystemen für tiefe Einsatztemperaturen und wechselnde Kühlbedingungen.

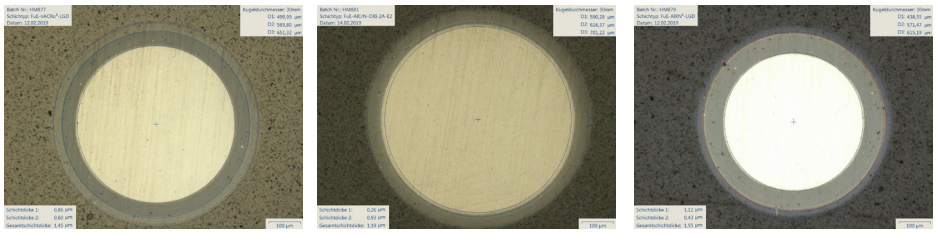

Bild 1: Kalottenschliffe entwickelter Schichtsysteme: links: nACRo³-LGF, Mitte: AlCrN-OXI-2A; rechts: AlXN³-LGD

Ergebnisse

Bisherige Beschichtungslösungen neigen bei tiefen Anwendungstemperaturen und wechselnden Kühlbedingungen unter einer hohen mechanischen Belastung in der Zerspanung zur Zerrüttung. Eine weitere Herausforderung besteht auch in der verstärkten Schichtdelamination durch hohe Temperaturunterschiede bei der CO_2-Bearbeitung sowie durch die stark unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten.

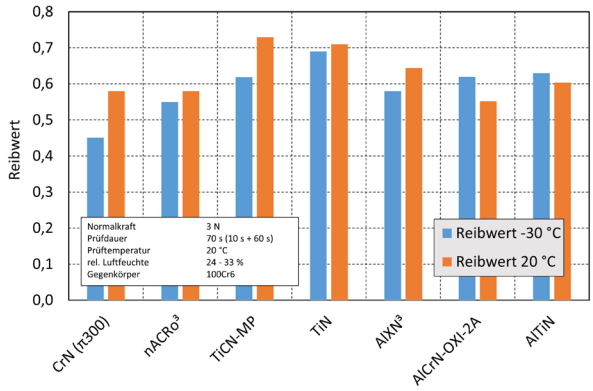

Bild 2: Mittels Rheometer ermittelter Reibwert verschiedener Schichtsysteme

Im Rahmen der Werkzeug- und Prozessauslegung erfolgte die Spezifizierung von Schichtanforderungen für den Einsatz der CO_2-Kühlung sowie die Entwicklung von Schichten für tiefe Einsatztemperaturen. Die hierfür erarbeiteten Schichten zeichnen sich durch eine geringere thermische Leitfähigkeit zur Isolierung des Substrates sowie eine Multilagenstruktur zur Vermeidung von Rissen und Delamination aus. Kalottenschliffe der entwickelten Schichten sind in Bild 1 dargestellt.

Weiterhin erfolgten grundlegende Tests zum Verschleiß- und Einsatzverhaltzen der Hartstoffstoffschichten bei tieferen Temperaturen. Bild 2 dokumentiert den mittels Rheometer ermittelten Reibwert verschiedener Schichten bei unterschiedlichen Temperaturen. Es ist erkennbar, dass sich bei tieferen Temperaturen üblicherweise geringere Reibwerte ergeben. Daraus folgt, dass die Schichten ein verbessertes Reib- und damit auch ein reduziertes Verschleißverhalten aufweisen.

In Einsatzuntersuchungen mit neu entwickelten und beschichteten Werkzeugen wurde der Einfluss der Kühlung analysiert und die Kühlwirkung durch die CO_2-Kühlung bei -76°C durch eine optimierte Kühl- und Prozesstechnologie sowie spezielle Werkzeuggeometrien und Austritten für die CO_2-Kühlung erfolgreich an die Bearbeitungsaufgabe beim Zerspanen von Gusslegierungen angepasst (Bild 3).

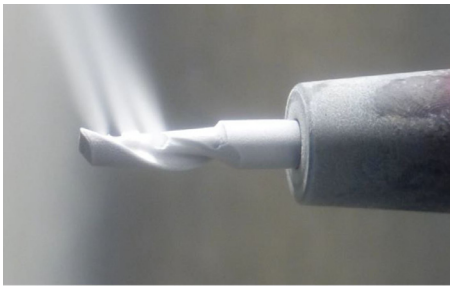

Bild 3: Analyse der Kühlwirkung bei der Zerspanung mit CO_2-Kühlung

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

GFE - Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V.
Näherstiller Str. 10 • 98574 Schmalkalden
Tel.: +49 3683 6900-771 • Fax: +49 3683 6900-16 • e-mail: h.frank@gfe-net.de

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Heiko Frank