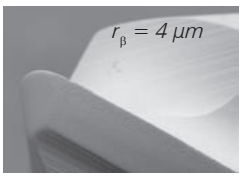
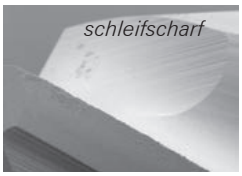
„Mikrowerkzeuge für Superlegierungen“
Entwicklung von hybriden PVD-Beschichtungen auf Mikrowerkzeugen zur Fräsbearbeitung von Superlegierungen

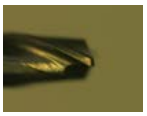




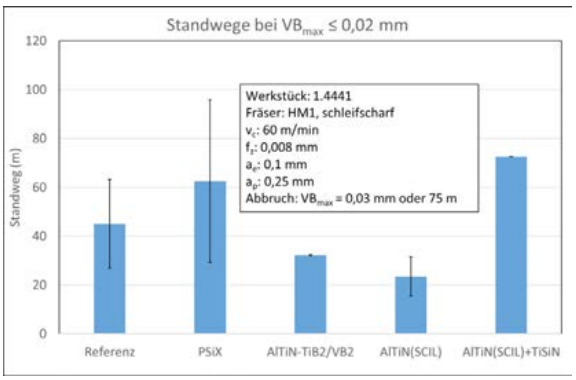
PSiX-75 m

Referenz-50 m

AlTiN-TiB2/VB2-45 m


AlTiN(SCIL)-75m

AlTiN(SCIL)+TiSiN-75 m



Fräsen von 1.4441: Zerspantest sowie Einfluss von Kantenradius und Beschichtung auf den Standweg

Zielstellung

Für die Zerspanung von Präzisionsbauteilen mit kleinen Abmessungen ist eine Abstimmung der Prozesskette hinsichtlich Schneidstoff, Schneidenmikrogeometrie, Beschichtung und Einsatzbedingungen unabdingbar.
Ziel des Projektes ist, beim Einsatz von Mikrowerkzeugen die gesamte Prozesskette der Beschichtung inklusive Vor- und Nachbehandlung zu untersuchen und ein abgestimmtes Konzept zu entwickeln.
Der zentrale Aspekt ist die Entwicklung temperatur- und verschleißbeständiger PVD-Schichten für das Fräsen von Edelstahl und von nickelbasierten Superlegierungen. Die Herausforderungen bestehen hierbei hinsichtlich

- Herunterskalieren aller Prozessschritte auf Strukturen und Größen der Mikrowerkzeuge
- Erzeugung möglichst defektfreier Werkzeug-Oberflächen für hohe Bearbeitungsqualität und sicheren Spanfluss
- Schichtnachbehandlung für glatte Oberflächen
- Verbesserte Standzeit und hohe Prozesssicherheit

Lösungsweg

Zum Erreichen der Zielstellung erfolgte die systematische Analyse der Prozesskette. Hierzu wurden in Zerspanversuchen die für verschiedene Werkstoffe geeigneten Parameter zur Gewährleistung einer hohen Prozesssicherheit ermittelt.
Anschließend erfolgte ein Vergleich verschiedener Schichten und Hartmetalle untereinander sowie gegen mit einer Referenzschicht beschichtete Werkzeuge.
Zentraler Punkt der Entwicklung war die Abscheidung dünner, verschleiß- und temperaturbeständiger PVD-Schichten auf die Mikrofräser. Hierfür wurde eine hybride Beschichtungs-Technologie (Kombination von Arc und Sputtern) genutzt. Die Schichtentwicklung wurde durch eine Beschichtungssimulation unterstützt.
Um eine möglichst homogene Schichtdickenverteilung bei guter Haftung zu erreichen, wurden dabei die Positionierung der Werkzeuge in der Beschichtungsanlage sowie die Vorbehandlung mittels Ätzen optimiert.
In weiteren Versuchen erfolgte die Erarbeitung einer geeigneten Technologie zur Schneidkantenpräparation und Schichtglättung.

Ergebnisse

Die im Projekt durchgeführten Untersuchungen erfolgten im Wesentlichen bei der Zerspanung von Edelstahl 1.4441, welcher hauptsächlich in der Medizintechnik Anwendung findet.
Für das Fräsen in Inconel 718 konnten keine passenden Zerspanparameter ermittelt werden. Hier gilt es, in nachfolgenden Projekten für hohe Zerspankräfte geeignete mechanisch stabile Geometrien zu erarbeiten.
In Zerspanversuchen wurden mittels zeilenförmigem Fräsen mit Mikrowerkzeugen Ø = 0,5 mm geeignete Parameter für die weiteren Versuche ermittelt. Wesentlich sind hierbei: a_e = 0,10 mm, a_p = 0,25 mm, v_c = 60m/min, f_z = 0,008 mm und n = 38.000 min^{-1}.
Als optimal für die weiteren Versuche konnte eine Hartmetallsorte mit der höchsten Biegefestigkeit und der geringsten Härte ermittelt werden. Ebenso führt ein Kantenradius von 4 µm zur Verlängerung des Standweges. In Zerspantests wurde mit der glatten gesputterten Schicht AlTiN(SCIL)+TiSiN der geringste Verschleiß und damit der höchste Standweg aller getesteten Schichten realisiert.

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

Förderkennzeichen: 49VF210010

GFE - Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V.
Näherstiller Str. 10 • 98574 Schmalkalden
Tel.: +49 3683 6900-772 • Fax: +49 3683 6900-16 • e-mail: h.frank@gfe-net.de

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Heiko Frank
Dipl.-Ing. Mario Schiffler