

Entwicklung von Vollhartmetall-Werkzeugen und Technologien zur Fräsbearbeitung von γ -Titanaluminiden unter Verwendung einer überlagerten oszillierenden Bewegung

Ausgangssituation

In Temperaturbereichen, wie sie in Triebwerken auftreten, zeichnen sich die γ -Titanaluminide durch eine hohe Festigkeit und einen hohen E-Modul aus. Weitere positive Eigenschaften sind die geringe Dichte (ca. die Hälfte von Nickelbasislegierungen) und die Oxidationsbeständigkeit bis 700 °C. Bei Raumtemperatur haben γ -Titanaluminide allerdings eine sehr hohe Härte und Sprödigkeit sowie niedrige thermische Leitfähigkeit. Bei der Zerspaltung dieser Werkstoffe entstehen hohe Passivkräfte und Schwankungen der Schnittkräfte. In den Werkzeugen treten hohe Spannungen auf und die thermischen Belastungen sind ebenfalls sehr hoch. Bisher wurde dieser Werkstoff durch Verfahren mit geometrisch unbestimmter Schneide (i. d. R. Schleifen) bearbeitet. Schleifen stellt jedoch wirtschaftlich und ökologisch eine nicht optimale Lösung dar, welche durch die Bearbeitung mit geometrisch bestimmter Schneide abgelöst werden sollte.



Bild 1: Versuchsaufbau für die Ermittlung der Ultraschallparameter

Lösungsweg

Inhalt des Forschungsvorhabens war die Entwicklung von neuartigen Fräs-werkzeugen für die Bearbeitung von γ -Titanaluminiden unter Einsatz einer überlagerten oszillierenden Bewegung. Unter Berücksichtigung des Schneidstoffes, der Makrogeometrie, der Mikrogeometrie, der Beschichtung und des zu zerspanenden Werkstoffes erfolgte die werkzeugspezifische Entwicklung durch die Firma WEMA GmbH. Die Entwicklung der

Bearbeitungstechnologie mit überlagertem oszillierender Bewegung und die dafür notwendige ganzheitliche Prozessanalyse wurde durch die GFE Schmalkalden e.V. durchgeführt. Aufbauend auf den Schwingungsanalysen und den klassischen Zerspanungsparametern wurde eine Gesamttechnologie in Verbindung mit den konkreten Werkzeugen der Fa. WEMA entwickelt. Die im folgenden dargestellten Ergebnisse beziehen sich schwerpunktmäßig auf die Bearbeitungstechnologieentwicklung der GFE Schmalkalden.

Ergebnisse

In Referenzversuchen wurden die Ultraschallparameter und Prozessparameter für die Zerspanungsuntersuchungen analysiert. Die Ultraschallparameter beziehen sich grundsätzlich auf die Eigenfrequenz des Werkzeugs bzw. des Systems Werkzeug/Spannfutter und auf die Amplitude, welche den axialen Hub der Werkzeugschneide beschreibt. Am Bearbeitungszentrum DMU 125P Ultrasonic kann die Frequenz und die Amplitude variabel eingestellt werden. Das im Spannfutter eingespannte Werkzeug und der Versuchsaufbau sind in Bild 1 dargestellt.

Die Untersuchungen mit dem Laservibrometer haben gezeigt, dass ab 70% Generatorleistung die Amplitude kaum noch größer wird. Aus diesem Grund wurde diese Generatorleistung und die damit erreichte axiale Amplitude von ca. $4,8 \mu\text{m}$ für die weiteren durchzuführenden Zerspanungsuntersuchungen im Projekt ausgewählt. In Verbindung mit den ermittelten Ultraschallparametern und unter Beachtung der Werkstoffeigenschaften wurden die nachfolgenden Prozessparameter ermittelt:

- Schnittgeschwindigkeit $v_c = 90 \text{ m/min}$
- Schnittbreite $a_e = 0,90 \text{ mm}$
- Schnitttiefe $a_p = 3,00 \text{ mm}$
- Vorschub pro Zahn $f_z = 0,06 \text{ mm/U}$
- Resonanzfrequenz $f = 19.500 - 20.000 \text{ Hz}$
- axiale Amplitude $A = 4,8 \mu\text{m}$

Durch praxisnahe Untersuchungen wurden die entwickelten Werkzeugprototypen getestet. Für die Zerspaltung wurde exemplarisch das Fräsen von „Wellenbahnen“ ausgewählt, welches den Praxiseinsatz durch die unterschiedlichen Eingriffsverhältnisse sehr gut abbildet (siehe Bild 2).

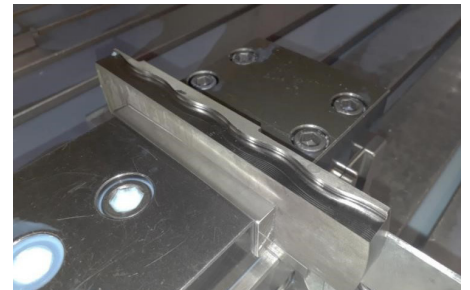


Bild 2: Werkstück für die praxisnahen Untersuchungen

In diesem Zerspaltungstest konnten die Werkzeugprototypen den geforderten Standweg (30 m) erreichen. Bei Beginn der Bauteilbearbeitung (bei dem die „Welle“ noch nicht voll bearbeitet wurde, sondern nur Wellensegmente) kam es zu erhöhtem Verschleiß. In Bild 3 sind die Verschleißzustände von einem Werkzeug im Vollschnitt (links) und einem Werkzeug im unterbrochenem Schnitt (rechts), jeweils nach 15 m Fräswege, dargestellt.

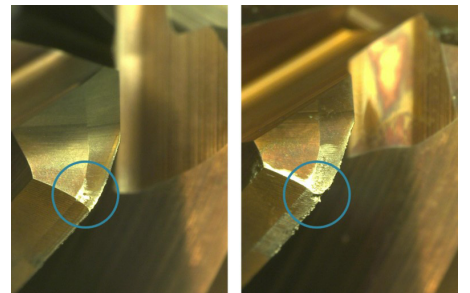


Bild 3: Vergleich der Verschleißausbildung