



STANDZEITEN VON PRÄGESTEMPELN DEUTLICH ERHÖHEN

WHITEPAPER KOMPAKT

Millionen Hübe pro Tag sind eine Belastungsprobe für Werkzeugsysteme und die darin enthaltenen Aktivkomponenten. Wie lassen sich Standzeiten verlängern und damit Stillstände minimieren sowie Kosten reduzieren? In einer Versuchsreihe zeigen die Firmen Ceratizit Empfinden GmbH und Hailtec GmbH, Hohenstein, dass moderne Verfahren wie die Ultrakurzpuls-Laser-Bearbeitung Prägestempel eine deutlich höhere Standzeit verleihen als das herkömmliche Senkerodieren.

INTRO

Beim Herstellen von Prägekonturen für Hartmetallwerkzeuge galt das Senkerodieren lange Zeit als erste Wahl, um präzise und filigrane Konturen in den Grundwerkstoff Hartmetall einzubringen. Inzwischen haben sich daneben vielversprechende Technologien wie die Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung entwickelt. Dieses Whitepaper beleuchtet dessen Vorteile gegenüber dem Senkerodier-Verfahren und gibt metallurgische Tipps, wie Sie diese Vorteile in vollem Umfang nutzen.

SENKERODIEREN: AUSWIRKUNGEN AUF DEN WERKSTOFF HARTMETALL

Das Senkerodieren galt bislang als bevorzugte Technologie für das Einbringen von Prägekonturen für Hartmetallwerkzeuge. Allerdings gehen mit dem Verfahren auch Nachteile einher, wie zum Beispiel:



ZUGEIGENSINNUNGEN

Das Senkerodieren (EDM) bringt typischerweise Zugeigenspannungen in die äußere Randschicht des Hartmetallwerkstoffs ein. So entstehen thermisch belastete Zonen, die zu Mikrorissen im Gefüge des Werkstoffs führen können.



WEISSE SCHICHT

Ein weiterer Nachteil des Erodierverfahrens ist die beim Prozess entstehende Schmelzzone an der Oberfläche der erodierten Kontur, häufig bezeichnet als „weiße Schicht“. Sie schwächt den Grundwerkstoff und kann zu vorzeitigem Verschleiß oder gar Werkzeugbruch führen.

VERSUCHSREIHE ZU HARTMETALL-STEMPELN

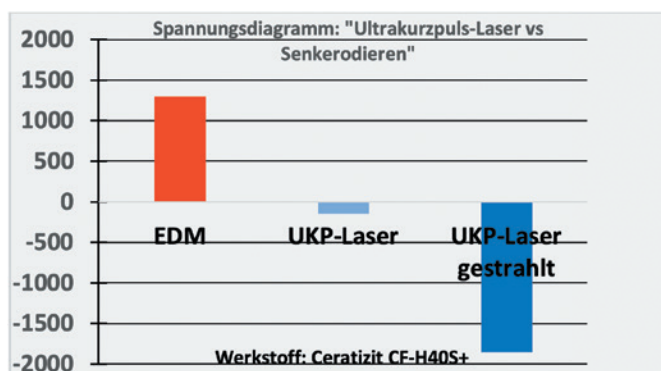
Wie bewährt sich die Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung im Vergleich zum Senkerodieren, wenn es um die Herstellung filigraner Konturen in Prägestempeln geht? Dieser Frage gingen Ceratizit Empfinden und Hailtec nach. In gemeinsamen Versuchsreihen unterzogen sie alle Hartmetallsorten der CF-Sortenreihe der Ultrakurzpuls-Laserablation. Im Anschluss untersuchten sie die Ergebnisse metallurgisch auf Schädigungen im Gefüge, Eigenspannungen und mechanischen Eigenschaften.

SENKERODIEREN VERSUS UKP-LASERBEARBEITUNG

Die Versuchsreihe zeigt klare Ergebnisse: Die extrem kurzen Pulszeiten des Femtosekundenlasers bewirken einen kalten Materialabtrag. Dadurch bleibt die Gefügestruktur der Hartmetalle nahezu unbeeinflusst. Thermische Risse und weitere Materialschädigungen sind kaum bis gar nicht detektierbar.

„Die Laserablation durch UKP-Laser vermeidet bekannte Nachteile des Senkerodier-Verfahrens wie zum Beispiel Zugspannungen in der äußeren Randschicht des Werkstoffes“, erläutert Maximilian Voigt, Team Leader Produktmanagement bei Ceratizit.

Während beim Senkerodieren schädliche Zugspannungen entstehen, bringt der Laser kaum eigene Spannungen ins Material ein und kann daher als neutral betrachtet werden. Das Spannungsdiagramm in Abbildung 5 zeigt die beim Senkerodieren (EDM) entstehende schädliche Zugspannung in Rot. Druckeigenspannungen hingegen wirken dem Risswachstum entgegen und sind daher erwünscht. Diese können im Übrigen durch einen nach der Laserbearbeitung durchgeführten Strahlprozess nochmals deutlich erhöht werden.



Druckeigenspannungen (- MPa in blau) wirken der Rissbildung entgegen

Prägestempel im Blickpunkt:

Besonders für verschleißintensive Werkzeugkomponenten wie Prägestempel für Einpresszonen, Steckverbinder oder Mikrozahlenpräger verspricht die Ultrakurzpuls-Laser-Technologie ein großes Optimierungspotential hinsichtlich Standzeit der Stempel, Reproduzierbarkeit sowie Wiederbeschaffungszeit.

Beispiele hierfür sind die rechts abgebildeten Prägestempel.



Hartmetall-Prägestempel für Einpresszonen aus dem Werkstoff Ceratizit CF-H40S+, Konturentiefe 400 Mikrometer



Ultrakurzpuls-Laserbearbeiteter Prägestempel aus CF-H40S+

WAS BEDEUTET ULTRAKURZPULS-LASERBEARBEITUNG FÜR DIE HARTMETALL-BEARBEITUNG?

Hartmetall ist extrem verschleißfest und daher schwer zu bearbeiten. Die Laserablation mit Faserlasern war bisher für den Werkstoff Hartmetall keine Alternative, da die relativ langen Pulszeiten und der damit einhergehende Wärmeeintrag den Werkstoff Hartmetall regelrecht zerstörten. Dazu Maximilian

Voigt von Ceratizit: „Den Durchbruch brachte erst die Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung: Die enorm kurzen Pulszeiten der heutigen Lasertechnologie bewirken einen kalten Materialabtrag.“

WIE FUNKTIONIERT ULTRAKURZE LASERBEARBEITUNG?

Beim Laserabtragen oder -schneiden mit dem Ultrakurzpuls-Laser treffen Laserpulse auf ein Bauteil, dessen Elektronen die immense Energie absorbieren. Die Elektronen übertragen die Energie an die Rumpfe der Atome. Dadurch wird die Wärme hochpräzise lokalisiert. Das Material sublimiert in dieser kleinen Zone, noch bevor sich das umgebende Material erwärmen kann. Daher spricht man auch von „kalter“ Laserbearbeitung.



Vergleich: „Klassischer Laser“ vs „Ultrakurzpuls-Laser“

WIE KURZ IST „ULTRAKURZ“?

Eine Femtosekunde ist für das menschliche Auge nicht fassbar und damit auch schwer vorstellbar. Zum Vergleich: Ein Augenblick oder Lidschlag dauert 300 bis 400 Millisekunden – damit ist eine Pulslänge des Femtosekundenlasers eine Billion Mal kürzer als ein menschlicher Lidschlag. Seine extrem kurzen und leistungsstarken Pulse bearbeiten das

Material schneller, als es sich erwärmen kann. Daher ist das Verfahren so materialschonend, egal ob in Hartmetall, Kunststoff, Glass, Keramik oder Halbleiter. Der Ultrakurzpuls-Laser eröffnet eine bislang ungekannte Materialfreiheit und damit neue Geometrien.

VORTEILE DER UKP-BEARBEITUNG FÜR HARTMETALL-PRÄGESTEMPEL

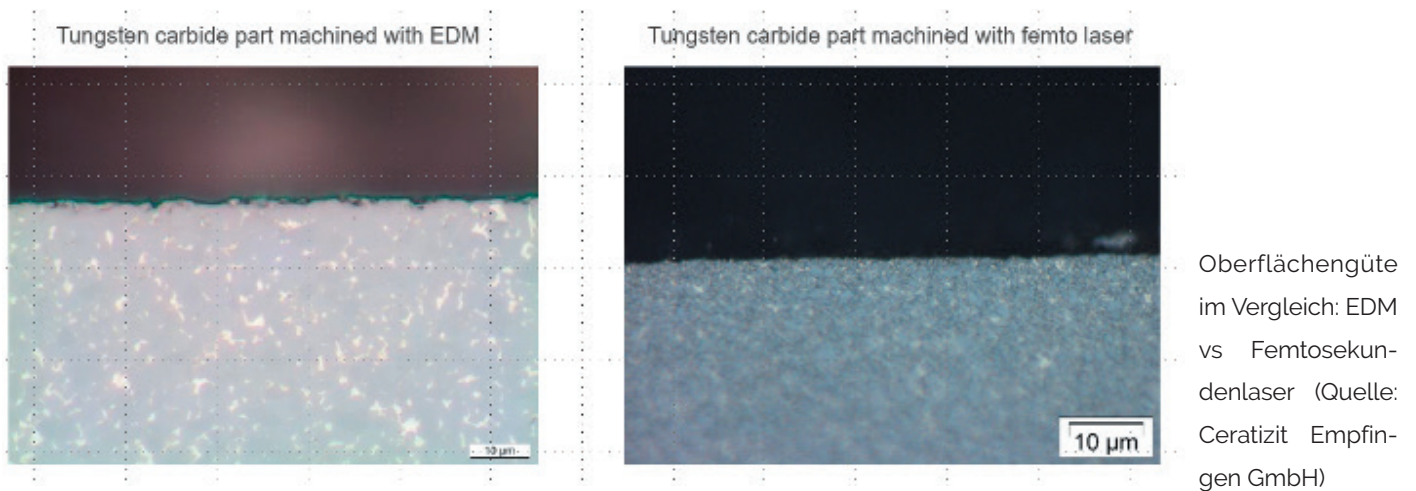
Die gemeinsame Versuchreihe von Hailtec und Ceratizit Empfingen bescheinigen der UKP-Laserablation ein enormes Potential für die wirtschaftliche Herstellung von Prägwerkzeugen.



1. Hochpräzises Verfahren
2. Das Gefüge bleibt nahezu unbeeinflusst, thermische Risse und weitere Materialschädigungen sind so gut wie nicht detektierbar
3. Sehr kurze Prozesszeit (keine Elektrodenherstellung notwendig)
4. Sehr hohe Reproduzierbarkeit
5. Oberflächengüte bis Ra 0,1 µm
6. Hochpräzise Kavitäten mit Flankenwinkel bis 10°
7. Innenliegende Eckenradien bis zu 0,03 mm
8. Eröffnet Material- und Geometriefreiheit

LASER VEREINFACHT FORMHERSTELLUNG UND DAMIT PROZESSKETTE

Bei der Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung ist im Vergleich zum Senkerodieren keine Elektrodenherstellung nötig. Das macht den Fertigungsprozess einfacher und exakter, da die Hartmetalloberfläche weder von verschleißenden Elektroden noch von einer aufgrund der Senkerosion raueren Oberflächengüte beeinträchtigt wird. Der Laser erstellt das Fertigteil direkt vom 3D-Modell, in nur einer Aufspannung und ohne einwirkende Bearbeitungskräfte. Zudem arbeitet er mit wiederholgenauen Prozessparametern reproduzierbar, so dass ein Stempel exakt dem anderen gleicht.



STANDZEIT UM FAKTOR 10 ERHÖHEN

Aus der Sicht des Metallurgen ergänzt Maximilian Voigt: „Wenn Sie eine gelaserte Kontur in ein Hartmetallwerkzeug durch ein einfaches Strahlverfahren und anschließendes Polieren veredeln, bekommen Sie Materialeigenschaften, die den Auslieferungszustand der unbearbeiteten, gesinterten Hartmetalle noch übertreffen. Hierdurch lassen sich die Vorteile der UKP-Laserablation in vollem Umfang nutzen. Eine Standzeiterhöhung der Werkzeuge bis Faktor 10 gegenüber senkerodierten Hartmetallprägestempeln ist durch diese High-End Bearbeitung durchaus möglich.“

UKP-BEARBEITUNG ALS 24H EILSERVICE

In Notfällen, zum Beispiel bei einem Stempelbruch, fertigt Hailtec Ersatz als Expressdienstleistung. Auf Präzisionsanlagen von DMG MORI und TRUMPF erzielt der Jobshop dabei Fertigungstoleranzen innerhalb von +/- 0,005 mm. Die Qualität dokumentiert Hailtec im eigenen Labor für Auftraggeber: Ein Messsystem zur optisch hochauflösenden 3D-Oberflächenmessung von Alicona misst die Qualität bis in den Mikro- und Nanometerbereich.

FAZIT

„Die materialschonende Arbeitsweise verbunden mit der hohen Präzision des Ultrakurzpuls-Laser-Verfahrens eröffnen ein ungeahntes Potential der neuen Technologie für die schnelle und reproduzierbare Herstellung von Prägewerkzeugen“

Alexander Renz

IHR KONTAKT FÜR ANFRAGEN

Alexander Renz

Geschäftsführer HAILTEC GmbH

Gangstetten 2

D-72531 Hohenstein-Meidelstetten

Telefon: 07387 - 98 85 8-0

E-Mail: info@hailtec.de

Linkedin: <https://de.linkedin.com/in/alexander-renz-7b6b9b188>

Web: www.ukp-laserbearbeitung.de



DIE BETEILIGTEN FIRMAN:

HAILTEC GmbH

Für Hailtec liegt die Zukunft in neuen Technologien und verlässlicher Zusammenarbeit. Daher investiert der 2004 im Biosphärengebiet Schwäbische Alb gegründete Auftragsfertiger in Menschen, Know-how und Hightech. Unter einem Dach produziert Hailtec mit 22 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern feinmechanische Prototypen und Serien aus Metall für alle, die filigrane Lösungen mit höchster Präzision benötigen. Spezialisiert ist das Unternehmen auf drei Geschäftsbereiche: Jobshop für Ultrakurzpuls-Laserbearbeitung, Auftragsfertigung für Medizintechnik, Prototypen und Kleinserien. Hailtec ist zertifiziert nach DIN EN ISO 13485 sowie DIN EN ISO 9001.

CERATIZIT Empfingen GmbH

Ceratizit ist seit über 95 Jahren Pionier auf dem Gebiet anspruchsvoller Hartstofflösungen, darunter hochspezialisierte Zerspanungswerkzeuge, Wendeschneidplatten, Stäbe aus Hartstoffen und Teile für den Verschleißschutz. Als Technologieführer in der Hartmetallbranche hält Ceratizit mehr als 1.000 Patente und Gebrauchsmuster. Der Hartstoffspezialist beschäftigt weltweit über 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Forschung & Entwicklung und arbeitet mit führenden Universitäten und Forschungszentren in ganz Europa zusammen.

www.ceratizit.com