



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Cornet Projekt: zu IGF-Vorhaben Nr. 240 EGB

DCT4Cut - Optimizing of cutting tools for high strength materials by means of deep cryogenic treatments and coatings

Optimierung von Schneidwerkzeugen für das Schneiden hochfester Werkstoffe durch tiefe kryogene Behandlungen und Beschichtungen

Das Schneiden ist in den meisten Industriezweigen ein wesentlicher Bestandteil der Produktion von Teilen und Komponenten. Nahezu jedes aus Blech gefertigte Teil durchläuft mehrere Schneidschritte. Vor allem das Scherschneiden ist aufgrund seiner hohen Effizienz im Vergleich zu anderen Verfahren wie dem Laser- oder Wasserstrahlschneiden in der industriellen Massenproduktion weit verbreitet. Die zunehmenden Anforderungen an das Schneiden von hochfesten Blechwerkstoffen (z.B. hochfester Stahl oder faserverstärkte Werkstoffe) bringen das Scherschneiden jedoch an seine Grenzen. Das Hauptproblem ist die unzureichende Standzeit der Werkzeuge. Mit zunehmender Härte und Druckfestigkeit der Werkzeugwerkstoffe sinkt die Bruchzähigkeit. Ein frühzeitiger Werkzeugbruch oder ein Ausbrechen der Schneidkanten sind der limitierende Faktor beim Schneiden hochfester Werkstoffe. Neue hocheffiziente Scherschneidverfahren wie das Hochgeschwindigkeits-Scherschneiden (HSIC) können in der Industrie aufgrund der Grenzen der üblichen Werkzeugwerkstoffe nicht eingesetzt werden. Es besteht ein großer Bedarf, das Problem des vorzeitigen Werkzeugversagens bei anspruchsvollen Schneidprozessen zu lösen.

Im CORNET-Projekt InFiBlank (14. Call) konnte die Standzeit von hochbelasteten Feinschneidwerkzeugen aus hochlegierten Werkzeugstählen durch eine Tieftemperaturbehandlung (DCT) der Werkzeugwerkstoffe bei Temperaturen von unter -150°C mehr als verdoppelt werden. Insbesondere der Ausbruch der Schneidkanten wurde deutlich reduziert. Dieser Ansatz wurde im Projekt DCT4Cut mit angepassten Diffusionsbehandlungen und Beschichtungen kombiniert. Hauptziel waren eine signifikante Erhöhung der Werkzeugstandzeit beim Schneiden von hochfesten Werkstoffen (hochfeste

Stähle, faserverstärkte Verbundwerkstoffe) und beim HSIC. Die Ziele im Einzelnen waren:

- Optimierung und Integration des DCT in den Fertigungsprozess der Werkzeuge
- Kombination des DCT mit Plasmanitrierbehandlungen und Beschichtungen
- Machbarkeitsnachweis am Beispiel des Schneidens hochfester Werkstoffe (Stahl, faserverstärkte Verbundwerkstoffe)
- Nachweis der Eignung für das HSIC zur Verhinderung von frühzeitigem Werkzeugbruch
- Validierung des Konzepts in verschiedenen industriellen Anwendungen
- Formulierung einer Behandlungsempfehlung für die Schneidwerkzeuge

Ergebnisse:

Für die DCT-Behandlung wurden verschiedene Prozessrouten verglichen, die sich durch den Behandlungszeitpunkt (vor oder nach dem Anlassen) und die Kühlkurven (konstant oder zyklisch) unterscheiden. Änderungen der Materialeigenschaften konnten mit allen Prozessrouten erzielt werden. Je nach Werkstoff und Zeitpunkt der DCT-Behandlung konnten unterschiedliche Effekte festgestellt werden. Die positive Wirkung der DCT-Behandlung auf das Verschleißverhalten und die Standzeit von Schneidwerkzeugen konnte für das Schneiden von hochfestem Stahl und das HSIC in verschiedenen Anwendungen nachgewiesen werden. Der wirtschaftliche Nutzen für die einzelnen Schneidprozesse hängt von der Art der Werkzeugbelastung und den daraus resultierenden Verschleißmechanismen ab. Positive Effekte können vor allem erzielt werden, wenn Schneidenausbrüche aufgrund von Ermüdungseffekten und Rissbildung die Standzeit der Werkzeuge limitieren. Hier kann eine DCT-Behandlung die Standzeit signifikant erhöhen. Als weitere hochwirksame Maßnahme zur Reduzierung der Schneidkantenausbrüche und der Rissbildung in den Schneidwerkzeugen stellte sich das Plasmanitrieren der Werkzeuge heraus. Voraussetzung dafür ist der Einsatz von Nitrierparametern, die auf die Werkzeugwerkstoffe und die Belastungssituation der Werkzeuge abgestimmt sind. Diese wurden im Rahmen des Projektes ermittelt.

Einfluss des Werkzeugmaterials auf das Verschleißverhalten

Die vier untersuchten Werkzeugwerkstoffe K110 (1.2379), Caldie, Vanadis 4E und K390 haben einen signifikanten Einfluss auf das Verschleißverhalten, insbesondere auf das Auftreten von Rissen und Ausbrüchen in den hochbelasteten Schneidbereichen. Die schmelzmetallurgisch hergestellten Stähle K110 und Caldie sind anfälliger für Rissbildung und Ausbrüche als die beiden pulvermetallurgisch hergestellten PM-Stähle Vanadis 4E und K390.

Insgesamt stellt sich die Rangfolge der Materialien wie folgt dar:

- K110 (1.2379): stärkste Neigung zu Rissbildung und Abplatzungen
deutliche Verbesserung durch DCT-Behandlung.
- Caldie: geringere Neigung zur Rissbildung und Abplatzungen im Vergleich zu K110
- Vanadis 4E, K390: deutlich reduzierter Verschleiß im Vergleich zu K110 und Caldie, nur geringe Verbesserung durch DCT-Behandlung

Einfluss der DCT- und Plasmanitrierbehandlungen auf das Verschleißverhalten

Die positive Wirkung der DCT-Behandlung auf das Verschleißverhalten der Werkzeugstähle konnte bestätigt werden. Vorteilhaft wirken sich insbesondere DCT-Behandlungen vor dem Anlassen der Werkstoffe aus. Die Unterschiede zwischen den DCT-Behandlungen vor dem Anlassen waren sehr gering und liegen innerhalb der Streuung zwischen den einzelnen Tests.

Die Unterschiede zwischen den Werkzeugwerkstoffen bleiben unabhängig von der Art der DCT-Behandlung und der Beschichtung bestehen, können aber durch die DCT-Behandlung verringert werden. Dadurch besteht die Möglichkeit kostengünstigere Werkzeugstähle auch für höher belastete Schneidoperationen einzusetzen.

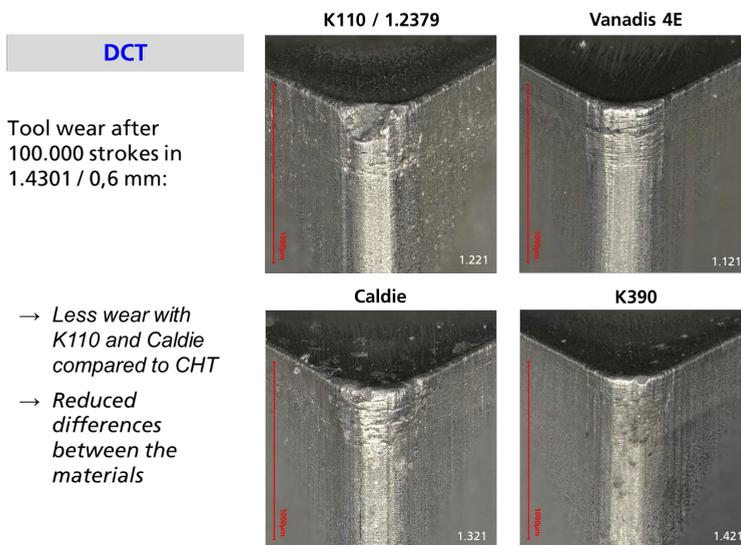


Abbildung 1: Verschleiß an der Schneidkante von DCT behandelten Schneidwerkzeugen abhängig vom Werkzeugwerkstoff

Mit Hilfe angepasster Plasmanitrierbehandlungen konnte die Rissbildung und Kantenausbrüche bei allen Werkzeugwerkstoffen noch einmal signifikant reduziert werden. Zusätzlich aufgetragene Beschichtungen haben dagegen bei mechanisch hoch belasteten Werkzeugen, bei denen der Verschleiß durch Risse und Ausbrüche im Werkzeugmaterial dominiert wird, nur einen geringen Einfluss auf die Stabilität der Schneidkanten.

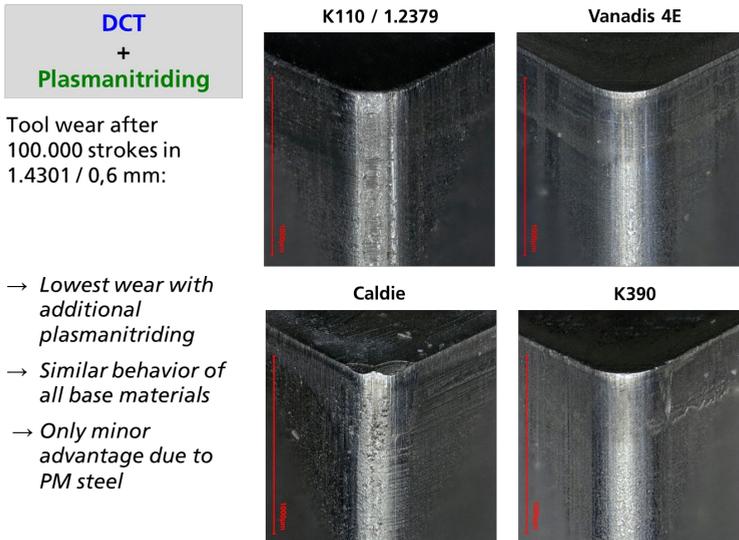


Abbildung 2: Verschleiß an der Schneidkante von DCT behandelten Schneidwerkzeugen mit zusätzlicher Plasmanitrierbehandlung abhängig vom Werkzeugwerkstoff

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Informationen zur Finanzierung

Das CORNET-Projekt "Optimierung von Zerspanungswerkzeugen für hochfeste Werkstoffe durch tiefkryogene Behandlungen und Beschichtungen" (Nr. 240 EGB) der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) wird von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.