



ta-C BESCHICHTETE ZERSpanUNGSWERKZEUGE FÜR CFK- UND GFK-VERBUNDWERKSTOFFE

DIE AUFGABE

Durch die rasche technologische Entwicklung und den Einfluss des internationalen Wettbewerbs ist im Bereich der spanenden Werkstoffbearbeitung eine immer kostengünstigere Produktion bei immer anspruchsvolleren Werkstoffen zu beobachten. So werden insbesondere auf dem Gebiet der Leichtbauwerkstoffe und Kunststoffe zunehmend schwerer zu bearbeitende Materialien wie z. B. Glas- und Kohlefaser-Verbundwerkstoffe (GFK bzw. CFK) entwickelt. Eine besondere Herausforderung stellt die Bearbeitung von Laminaten, bestehend z. B. aus GFK, CFK und Pappe bzw. Metall dar, bei denen das Werkzeug sehr wechselhaften Beanspruchungsbedingungen ausgesetzt ist.

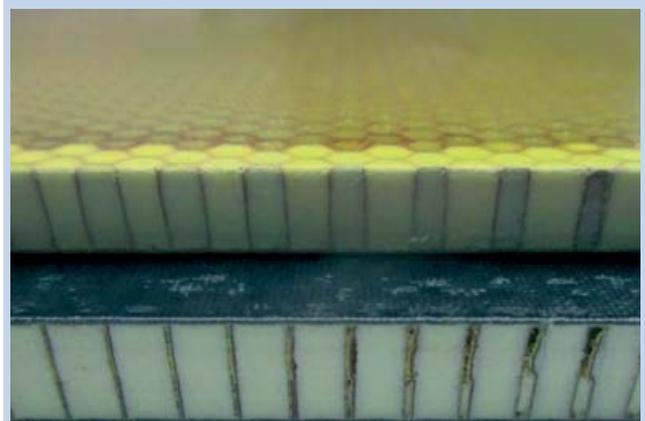
Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen die Bearbeitungswerkzeuge immer weiter verbessert werden. Der Schlüssel dafür liegt in einer geeigneten Oberflächenfunktionalisierung der Werkzeuge, beispielsweise durch eine PVD-Beschichtung. Unter den PVD-Schichten haben die klassischen TiN- und die neueren TiAlN- und TiCN- Schichten eine relativ große Verbreitung.

Für Anwendungen, bei denen eine starke abrasive Abnutzung der Werkzeugschneiden im Vordergrund steht, werden zunehmend kristalline bzw. nanokristalline CVD-Diamantschichten eingesetzt. Neben den im Vergleich zu PVD-Beschichtungen hohen Kosten stellen die hohen Beschichtungstemperaturen im CVD-Prozess und die häufig beobachteten Kobalt-Auswaschungen aus dem Hartmetall Nachteile dieser Beschichtung dar, die es zu eliminieren gilt.

UNSERE LÖSUNG

Eine günstige Alternative zu den Diamantbeschichtungen stellen die superharten tetraedrischen amorphen Kohlenstoffschichten (ta-C) dar. Deren Herstellung gelingt mit dem Laser-Arc-Verfahren bei Temperaturen unter 150 °C und ist daher nicht nur für Hartmetallwerkzeuge problemlos geeignet. Mit Härten von bis zu 70 GPa reichen die ta-C-Schichten nahe an die Härte von nanokristallinen Diamantschichten heran. Daraus resultiert eine außerordentlich hohe Beständigkeit gegen Abrasivverschleiß, vor allem beim Zerspanen anspruchsvoller Kompositwerkstoffe. Gleichzeitig vermindert die Kohlenstoffoberfläche ein Ankleben von Material und ermöglicht eine sehr niedrige Reibung zwischen Werkzeugeschneide und Span. Die Kombination dieser Eigenschaften verleiht der ta-C-Schicht einen besonderen Vorteil bei der Bearbeitung von Kompositwerkstoffen.

Fräsbearbeitete Sandwichplatte mit Wabenkern bestehend aus einem Honeycomb-Stützkern mit GFK- bzw. CFK-Deckhäuten



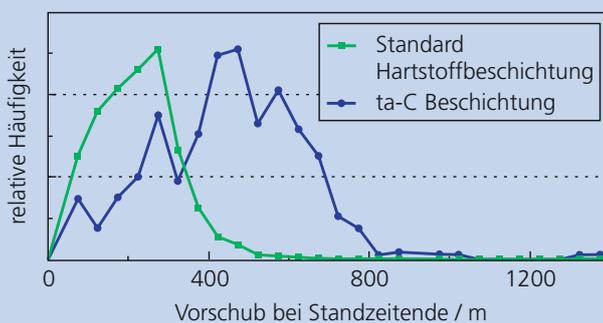
3



ERGEBNISSE

Für Zerspanungsversuche im realen Produktionsumfeld des Auftraggebers wurden 340 Hartmetall-Vielzahnfräser, Durchmesser 6 mm, mit einer ca. 1,2 µm dicken ta-C Beschichtung versehen (Abb. 3). Die Beschichtung erfolgte mit der am Fraunhofer IWS entwickelten gefilterten Laser-Arc-Technologie. Als Haftvermittlerschicht diente eine 0,1 µm dicke Chromschicht. Die Härte der ta-C-Schicht betrug ca. 67 GPa. Die zu bearbeitenden Sandwichplatten bestanden aus einem Honeycomb-Wabenkern mit GFK- bzw. CFK-Deckhäuten (siehe Abb. 2). Die Ergebnisse des Großversuches werden als Auftragung der erreichten Vorschubmeter bis zum nötigen Werkzeugwechsel in Abbildung 4 zusammengefasst.

Ergebnisse des Zerspan-Großversuches mit Hartstoffschicht und ta-C Beschichtung im Vergleich



4

Die sehr heterogenen Bearbeitungsaufgaben (unterschiedliche Plattensorten, unterschiedliche Fräsaufgaben und -menüs, ...) führen zu sehr unterschiedlichen Standzeiten. Klare Effekte zum Einfluss der Werkzeugbeschichtung kommen deshalb erst nach einer größeren Anzahl von Versuchen zum Vorschein. Während bereits 2430 Werkzeuge mit Hartstoffbeschichtung

getestet wurden, beinhaltet das Diagramm in Abbildung 4 erst 340 ta-C-beschichtete Werkzeuge, weshalb die Ergebnisse noch einer gewissen Streuung unterliegen. Trotzdem ist eindeutig eine deutliche Verlängerung der durchschnittlichen Standzeit erkennbar. Der Mittelwert des erreichten Vorschubs vergrößert sich von 177 m (Standard) auf 412 m mit ta-C beschichteten Werkzeugen. Dies entspricht einer Verbesserung um 132 Prozent.

Ermutigt durch diese positiven Ergebnisse wurde daraufhin ein weiterer Großversuch, eine komplette Monatsproduktion, ausschließlich mit ta-C beschichteten Werkzeugen durchgeführt. Bei diesem Versuch mit ca. 1000 Werkzeugen ergab sich eine Standzeiterhöhung um den Faktor 2,4. Daraufhin wurde eine komplette Umstellung der Produktion auf ta-C-beschichtete Werkzeuge beschlossen.

- 1 PVD-Anlage mit Laser-Arc-Modul zur ta-C-Beschichtung von Werkzeugen
- 2 Hartmetall-Vielzahnfräser, mit ta-C beschichtet

KONTAKT

Dr. Volker Weihnacht

+49 351 83391-3247

volker.weihnacht@iws.fraunhofer.de

