

Hochleistungswerkzeuge für die Bearbeitung von GFK

Standzeit vervielfacht

Derzeit finden sich in der spanenden Verarbeitung von GFK vor allem Hartmetall-Werkzeuge. Zunehmende Füllstoffgehalte reduzieren jedoch die Standzeit. Abhilfe schaffen für die GFK-Verarbeitung konzipierte und beschichtete Tools.



Hochleistungserspanungsfräser für die Bearbeitung von GFK. Sie unterscheiden sich von Standard-HM-Werkzeugen durch eine besonders lange Standzeit

Die mechanische Bearbeitung von mit Glasfaser verstärkten Kunststoffen (GFK) bereitet seit dem Zeitpunkt ihres Erfindens große Schwierigkeiten. Die Ursachen für diese Schwierigkeiten sind in Bearbeitungskriterien wie optimale Oberflächenrauheit, gratfreie, nicht verbrannte und nicht angeschmolzene Kunststoffoberflächen und -kanten zu suchen. Um diese Aufgaben optimal zu lösen, müssten eigentlich Werkzeuge mit besonders scharfen Schneiden, einer sehr geringen Neigung zur Benetzung mit Kunststoffen und einem besonders hohen Abriebwiderstand gegen entsprechende Füllstoffe wie zum

Beispiel Glasfaser eingesetzt werden. Sehr scharfe Werkzeuge lassen sich nur aus entsprechenden Werkzeugstählen fertigen. In diesem Fall wären Zerspanungswerkzeuge aus Hochleistungsschnellarbeitsstahl (HSS) am besten geeignet. Leider ist ihre Anwendung in der GFK-Bearbeitung wegen der relativ geringen Härte von etwa 850 HV, im Vergleich zu Glasfaser mit einer Härte von etwa 1200 HV, nur auf die Bearbeitung von füllstofffreien Kunststoffen beschränkt.

Einen entsprechend höheren Abnutzungswiderstand weisen Dispersionswerkstoffe auf. Sie bestehen aus feinkristallinem Wolframkarbid, Tantalkarbid, Titankarbid, Titankarbonitrid oder Diamant- und einer Kobalt- oder Nickelmatrix. Die Mikrohärtigkeit dieser Keramiken, die zwischen 1800 HV und 3200 HV liegt, ist sichtlich der Härte der

Glasfaser überlegen. Diese Werkstoffe werden von der Industrie nach entsprechenden Kriterien zusammengesetzt und als Hartmetall (HM), Cermet oder polykristallines Diamantsystem (PKD) hergestellt und auf den Markt gebracht.

Die Schneidleistung eines Werkzeugs ist von der Größe des Schneidkeilwinkels einer Schneide abhängig. Dieser nimmt mit der Keramikhärte und der damit verbundenen Sprödigkeit zu. Je größer der Schneidkeilwinkel ist, desto schwieriger ist das Bohren, Drehen und das Fräsen von GFK-Produkten.

Die schärfste Schneide nach HSS kann aus Hartmetall geschliffen werden. Die stumpfste weist der teure PKD auf. Somit entscheidet man sich seit Jahren in der Industrie – sowohl aus technischen als auch aus preislichen Gründen – für die Bearbeitung von GFK-Produkten für Werkzeuge aus Hartmetall.

Nicht nur der ständig wachsende Kunststoffpreis sondern auch die gewünschten Eigenschaftsänderungen von Werkstoffen, führen zu einer massiven Erhöhung des Füllstoffgehalts in verschiedenen Kunststoffsystemen. Dieser kann zwischen 1 und 85 % liegen.

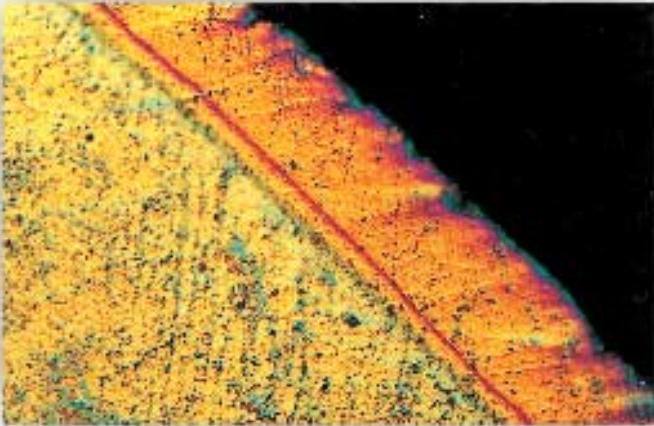
Mit wachsendem Glasfasergehalt in GFK steigt proportional die Abnutzungsintensität von Werkzeugen. Um damit verbundene Kosten zu senken, wird in der Industrie bereits seit Jahren nach Methoden und Verfahren gesucht, die zu einer Werkzeugstandzeitsteigerung beitragen können.

Vor Jahren ist es gelungen, dank der Einführung von Fein- und Subfeinkorn-Hartmetallsorten die Standzeit der Werkzeuge gravierend zu verbessern. Eine weitere Verbesserung der Lebensdauer erhoffte man sich in der Anwendung von

Werkzeug-Oberflächenbeschichtungsverfahren, wie dem Hochtemperatur-CVD- und allen PVD-Verfahren. Es wurden sowohl an den Span- als auch an



Dr. Lienhard J. Paterok, Dr. Leonhard F. Paterok, Technisches F&E-Zentrum für Oberflächenveredelung und Hochleistungswerkzeugbau, Schömburg-Langenbrand



Erst spezielle Beschichtungen ermöglichen die hohen Steigerungen der Standzeiten. Im Bild: Schichtsystem TS500, 500fach vergrößert (Bilder: Technisches F&E-Zentrum)

den Freiflächen eines Werkzeugs hochschmelzende Metallnitride, Titankarbid, Titan-karbonitride und -oxide, Diamant-ähnliche Systeme a-C und i-C mit Wolfram, oder auch anderen metallischen Komponenten direkt auf der HM-Oberfläche abgeschieden. Die Resultate haben die Erwartungen nicht bestätigt.

Konzipiert speziell für GFK

Bereits seit über drei Jahren wird im Technischen F&E-Zentrum für Oberflächenveredelung und Hochleistungswerkzeugbau in Schömburg (bei Pforzheim) ein neuer Typ von HM-Hochleistungs-Zerspanungswerkzeugen wie Bohrer, Fräser und Reibahlen für die Bearbeitung von GFK hergestellt. Sie unterscheiden sich von allen Standard-HM-Werkzeugen durch eine besonders hohe Standzeit.

Diese Standzeitsteigerung wurde sowohl durch die Optimierung der Schneidengeometrie als auch durch die Verbesserung der chemischen und der physikalischen Eigenschaften der Schneideneroberflächen und -kanten erreicht.

Zu den wichtigsten Optimierungskriterien nach der Verbesserung der Schneidengeometrie gehörten:

- Steigerung der chemischen Resistenz gegen HCL
- Erhöhung der Oberflächenhärte
- Herabsetzung des Reibungsbeiwerts
- Steigerung der Wärmeleitfähigkeit
- maximale mögliche Senkung der Neigung der Werkzeugoberfläche zum Benetzen mit Kunststoffen.

Eine derart komplexe Aufgabe konnte erst mittels dem hochenergetischen β -3D-AUDIP-CVD-Verfahren optimal bewerkstelligt werden. Hier wurden ge-

zielt strukturlose Keramiken der zweiten Generation im Temperaturbereich zwischen 410° C und 490° C und einem Druck von $1,8 \times 10^{-3}$ mbar auf optimierten Werkzeugoberflächen abgeschieden und in der Industrie gezielt seriell eingesetzt.

Diese Technologie verspricht enorme Standzeitsteigerungen, wie folgende Beispiele zeigen: Bei der Bearbeitung von PKW-Armaturenblechern mit einem Glasfaserinhalt von 25 % ist es gelungen, im ersten Schritt den Fräsweg von 60 m auf 2650 m zu erhöhen. Der Einsatz von PVD-TiCN erlaubte es, den Standweg maximal um etwa 150 m zu verbessern (siehe Diagramm).

Beim Fräsen von Kernreaktor-GFK-Peripheriebauteilen mit einem Glasfasergehalt von 60 % konnte die Werkzeugstandzeit (HM-Schr./Schl.-Schaftfräser, 30mm, z=6) im Vergleich zu unbeschichteten um Faktor 12 erhöht werden.

In der 3D-Bearbeitung von Plexiglas-Spiegeln (700 mm x 700 mm) ist es gelungen, die Standzeitmenge von 1,5 Spiegel auf 17 Spiegel zu steigern.

Das Bohren in GFK-Bauteilen mit der Bezeichnung DK1921 und einem Glasfasergehalt von 75 % und 10 % TiO_2 konnte die Standmenge der gebohrten Teile von 130 auf 2800 Stück erhöht werden. Der Bohrungsdurchmesser betrug 12 mm, die Bohrungstiefe 37 mm, die Bohrergeometrie entsprach dem Standard und der Bohrungstyp war Sackloch.

Alle Ergebnisse führen zu einer erheblichen Senkung der Werkzeugkosten und der gesamten Fertigungszeit (es kann eine schnellere Werkstückbearbeitung erfolgen). Reduzieren ließen sich zudem die Anzahl der Umrüstperioden und damit die Werkzeugeinstellkosten.

Die hohe Standzeit aller beschichteten Hartmetallwerkzeuge ist natürlich von der Qualität des Werkzeugwerkstoffs abhängig. Es ist nicht möglich, Werkzeuge schlechter Qualität mit oxidierten Oberflächen, Kantenschneiden, Schneidecken, Kantenausbrüchen, Unrundheiten, mit Makro- und Mikrograt, Erodierfehlern, Schotter- und Rattermarken durch eine hochqualitative Oberflächenveredelung aufzuwerten. In beschränktem Umfang ist es jedoch möglich, einige dieser Defekte mechanisch zu entfernen. Strukturänderungen in der Randzone, die nicht selten eine Tiefe von 20 μ m erreichen und die Folge eines zu heißen Schleifens sind, sind jedoch nicht mehr zu beseitigen.

Tiefe Strukturänderungen sind die Ursache für eine geringere Haftfestigkeit zwischen abgeschiedenen Hartstoffschichten und dem Schichtträger, was zu einer niedrigeren Belastbarkeit von Oberflächen, Kanten und Schneiden führt.

