



SPECIAL S.51: **Schwerzerspanung**

→ **EMO-RÜCKBLICK**

Eine Vielzahl an Neuerungen stellt deutlich produktiveres Spanen in Aussicht // Seite 16

→ **GEWINDEFERTIGUNG**

Bahnkoordinaten für das Schleifen von Walzbacken automatisch erzeugen // Seite 84

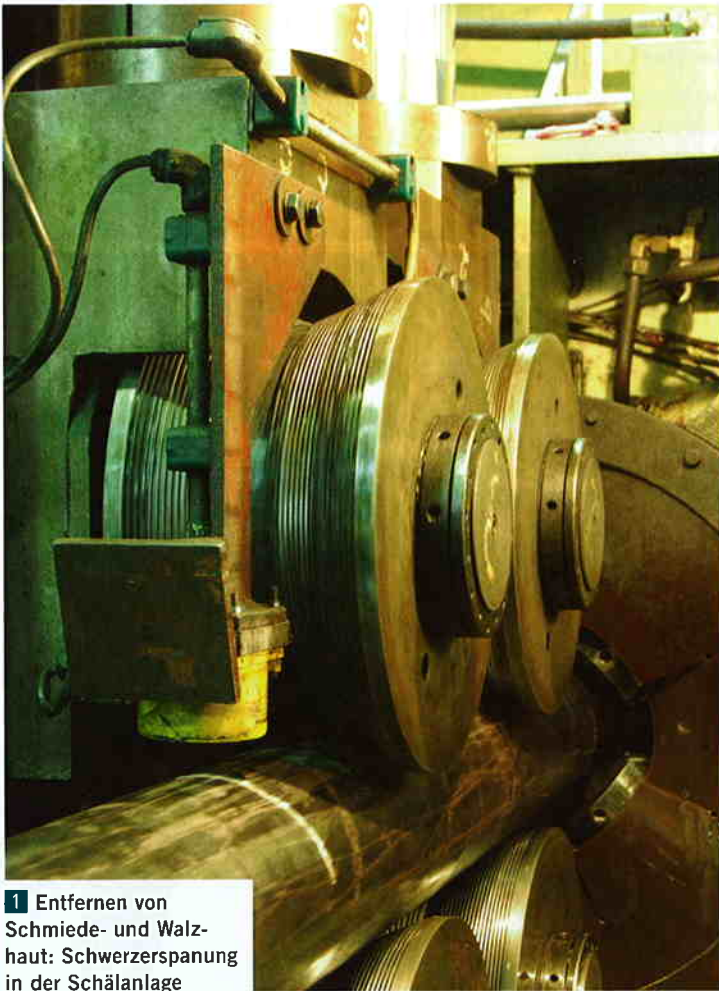
→ **TEILEREINIGUNG**

Messe ›parts2clean‹ belegt Trend zur prozessintegrierten Einzelteilreinigung // Seite 88



Trendbericht: Stand der Technik und Entwicklungen der Schwerzerspanung

Auf die Größe kommt es an



1 Entfernen von Schmiede- und Walzhaut: Schwerzerspanung in der Schälanlage

Schwerzerspaner führen ein Nischendasein am Markt. Die Entwicklungen auf diesem Sektor verlaufen eher kontinuierlich und weniger spektakulär. So ist die Schwerzerspanung innerhalb der spanenden Fertigung ein Thema, zu dem vergleichsweise wenige Veröffentlichungen und Informationen vorliegen. Dieser Bericht legt daher den aktuellen Stand der Schwerzerspanung dar und blickt auf zukünftige Entwicklungstrends.

VON EBERHARD ABELE UND BENJAMIN FRÖHLICH

→ Was genau versteht man unter Schwerzerspanung? Der Begriff ist nicht exakt definiert, jeder, der mit dieser Technologie in Berührung kommt, hat mehr oder weniger seine eigene Definition dafür. Generell gilt jedoch, dass es sich nicht bloß um »schwerere Zerspanung« handelt, sondern um Prozesse mit hohen, zum Teil wechselnden Aufmaßen, großen Maschinen und Maschinenleistungen sowie hohen Abtragsraten. Hieraus ergibt sich, dass es sich um sehr große Bauteile handelt, die einem speziellen Kundenkreis zugeordnet werden können.

Die Marktnische ist übersichtlich, es gibt nur wenige »Schwerzerspaner« am Markt. Bei den Produkten handelt es sich meist um sehr große Schweißkonstruktionen, Guss- oder Schmiede-

teile, beispielsweise um Halbzeuge für den Energiemaschinenbau, Walzen, Großdieselmotoren, Pressenständer sowie große Bauteile aus dem allgemeinen Maschinenbau, aber auch um Radsätze für Schienenfahrzeuge.

Im Unterschied zu den Betrieben mit reiner Schwerzerspanung stehen in fast jeder Fertigung schwerere Schruppoperationen an, um in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Material abzutragen. Zerspanprozesse mit hohen Abtragsraten finden sich beispielsweise im Werkzeug- und Formenbau, im allgemeinen Maschinenbau oder im Automotive-Bereich. Bei DAF Trucks N.V. in Eindhoven finden sich schwere Schruppoperationen bei der Fertigung von Motorblöcken, Zylinderköpfen sowie Nockenwellen und Schwungrädern. Obwohl keine klassische Schwerzerspanung, werden hier doch beachtliche Zeitspannvolumina erzielt. So werden bei der Fertigung der Nockenwelle für den >>>

» neuen 12,9-Liter-Paccar-MX-Motor auf einer Heller ›RFN 10‹ innerhalb von 7 Minuten gut 22 kg vergüteter 100Cr6 (1.3505) zerspanen. Auch die Bearbeitung des vorgegossenen Zylinderkopfes (GGV-450) ist als schwere Zerspanung einzustufen, hier kann bei der Planfräsoption prozesssicher mit Zustelltiefen bis $a_p = 6$ mm gearbeitet werden. Pro Tag werden im Werk in Eindhoven 200 Motoren produziert. »Wir arbeiten bei all unseren Prozessen mit verschiedenen Werkzeugherstellern zusammen. So können wir Neuentwicklungen bei Werkzeugen kontinuierlich in unsere Fertigung einfließen lassen«, erläutert Ger Ewalts, Production Engineer der Motorenfertigung bei DAF Trucks.

Die klassische Schwerzerspanung lässt sich grob in vier Bereiche einteilen: Drehschälen, Radsatzbearbeitung (Neuradfertigung und Radsatzprofilierung), Schwerdrehen und Hochleistungsfräsen. Jeder dieser Bereiche stellt dabei hohe Anforderungen an die Werkzeuge, die Maschinen sowie die Prozesstechnologie.

Drehschälen lässt sich für immer schwierigere Werkstoffe einsetzen

Beim Drehschälen handelt es sich um Längs-Runddrehen mit einem umlaufenden Werkzeug mit mehreren Schneiden, wodurch sehr hohe Vorschübe realisiert werden können. Hierbei wird geschmiedetes Stangenmaterial durch den rotierenden Schälkopf geführt, wodurch die Oxyd- und Walzhaut sowie mögliche Oberflächenrisse entfernt werden (Bild 1).

Es werden verschiedenste Stähle, auch hochlegierte und nicht rostende, bearbeitet. Das Ergebnis sind Halbfabrikate, die vor allem an die Ölindustrie und an Maschinenbauer geliefert werden. Typische Verfahrenskennwerte beim Drehschälen einer Stahlwelle mit 250 mm Durchmesser sind 2500 mm/min Vorschubgeschwindigkeit, 5 mm Schnitttiefe bei circa 80 m/min Schnittgeschwindigkeit, hierbei werden beachtliche Zeitspanvolumina erzielt. »Beim Einsatz unserer Hartmetall-Wendeschneidplatten können hier 35 bis 40 Minuten Standzeit erreicht werden«, erläutert Sascha Rode, Produktmanager Zerspanung/Maschinenbau bei Ceratizit. »Es kommt darauf an, die Wendeschneidplatte zum richtigen Zeitpunkt zu wechseln, denn durch einen Plattenbruch kommt es schnell zu schweren Maschinenschäden



2 Prozesssicherheit und idealer Spanbruch haben Vorrang: Radsatznachbearbeitung auf einer Unterflurmaschine

durch sogenannte ›Stangendreher‹, bei denen die Werkzeugkassette und die Führungsrollen der Schälanlage beschädigt werden.« Zukünftig wird diese Technologie auf immer schwierigere Werkstoffe (Duplexstähle, Titan- und Superlegierungen) ausgeweitet. Die Herausforderung für die Werkzeughersteller liegt hierbei in der Anpassung der Zerspanungskennwerte sowie der Schneidstoffzusammensetzung auf den jeweiligen Anwendungsfall, aber auch die Maschinenteknologie wird sich nach Einschätzung der Experten weiterentwickeln, um beispielsweise höhere Vorschubgeschwindigkeiten bei der Bearbeitung realisieren zu können.

Die Radsatzbearbeitung hat große Entwicklungssprünge hinter sich

Ein weiteres bedeutendes Verfahren der Schwerzerspanung stellt die Radsatzbearbeitung dar. Hierbei werden die Laufräder von Schienenfahrzeugen mit speziellen Maschinen nachbearbeitet beziehungsweise aus einem Schmiederohling herausgedreht. Es handelt sich um Werkstoffe ähnlich Ck45 beziehungsweise 42CrMo4 mit einer Festigkeit von 800 bis 1200 N/mm². Bei der Neuherstellung von Rädern kommen Hartmetallsorten zwischen P10 und P25 zum Einsatz mit vergleichsweise dicken CVD-Multilayer-Schichten zur Erhöhung der Temperaturstabilität. Es wird mit Schnittgeschwindigkeiten zwischen 110 und 140 m/min und Vorschüben von 0,8 bis 1,6 mm/U gearbeitet, übliche Schnitt-

i INDUSTRIEUNTERNEHMEN

Ceratizit Austria GmbH

A-6600 Reutte
Markus Krabichler
Tel. +43/56 72/2 00-27 35
→ markus.krabichler@ceratizit.com
Sascha Rode
Tel. +43/56 72/2 00-29 83
→ sascha.rode@ceratizit.com

DAF Trucks N.V. Eindhoven

NL- 5643 TW Eindhoven
Ger A. Ewalts
Tel. +31/40/2 14-35 33
→ ger.ewalts@daftrucks.com

Ingersoll Werkzeuge GmbH

35708 Haiger
Carlos Catarino
Tel. 0 27 73/7 42-2 87
→ c.catarino@ingersoll-imc.de

Jung GmbH & Co. KG

57334 Bad Laasphe
Wilhelm Dörr
Tel. 0 27 52/5 20 3
→ jung-grossmechanik@t-online.de

Kinkele GmbH & Co. KG

97199 Ochsenfurt
Josef Weber
Tel. 0 93 31/9 09-2 6

→ j.weber@kinkele.de
Detlev Lattner
Tel. 0 93 31/9 09-5 73
→ d.lattner@kinkele.de

Saarschmiede GmbH

66333 Völklingen
Theodor Dincher
Tel. 0 68 98/10-4 3 66
→ t.dincher@saarschmiede.com

Sandvik Coromant GmbH

40549 Düsseldorf
Werner Appuhn
Tel. 0 22 1/5 0 27-5 39
→ werner.appuhn@sandvik.com



3 Drehen in gehobenen Dimensionen: Spanbildung beim Plandrehen einer Generatorwelle

tiefen liegen bei 5 bis 12 mm. Hier hat es in der Vergangenheit große Entwicklungssprünge hinsichtlich der Schneidstoff-Beschichtungs-Kombinationen sowie der Plattengeometrie gegeben. »Mit unseren neuen Schneidstoffen GC 4215 sowie GC 4225 sind wir in der Lage, die Schnittgeschwindigkeiten bei höchster Prozesssicherheit weiter zu steigern«, erläutert Werner Appuhn, Leiter Produktmanagement Drehwerkzeuge bei Sandvik Coromant. Als problematisch bei der Nacharbeit der Radsätze erweisen sich in erster Linie die ungleichmäßigen Aufmaße durch den Abrieb sowie unterschiedliche Materialeigenschaften durch Verdichtung und Aufhärtung einerseits (bis über 60 HRC an Bremsflächen) und ausgeglühter Bereiche andererseits. Bedingt durch die Maschinenteknik wird hier im Gegensatz zur Radneherstellung meist trocken gearbeitet; Hauptverschleißursache ist temperaturbedingt die plastische Deformation der Schneidkante. Die Abtragsvolumina bewegen sich bei der Radsatzbearbeitung eher auf moderatem Niveau; einer prozesssicheren Lösung und idealem Spanbruch wird hier klar der Vorzug gegenüber den technologischen Top-Werten gegeben. »Ein Novum bei dieser Bearbeitung ist unser neues Doppelpackwerkzeug (Bild 2), das idealen Spanbruch, Handling und Erhöhung der Standzeit ermöglicht«, so Markus Krabichler, Produktmanager Zerspanung/Energie & Transport bei Ceratizit.

Vor dem Hintergrund, dass die Räder etwa eines Hochgeschwindigkeitszugs circa alle drei Monate nachgearbeitet werden, ergibt sich auch hier die Notwendigkeit, Schneidstoffe, Geo-

metrien und Werkzeugsysteme weiterzuentwickeln. Prozesssichere einsetzbare Schnittgeschwindigkeiten werden weiter ansteigen.

Schwerdrehen mit Zerspanraten von über 50 Prozent

Das Schwerdrehen bezeichnet Drehen in gehobenen Dimensionen. In der Bearbeitungswerkstatt der Saarschmiede GmbH werden auf gewaltigen Maschinen mit bis zu 16 m Drehlänge und 2,8 m Drehdurchmesser pro Monat bis zu 1500 Tonnen Späne erzeugt. Größtenteils werden hier Rohlinge für den Energiemaschinenbau, Generator- und Turbinenwellen hergestellt. Die hohen Qualitätsanforderungen im Energiemaschinenbau erfordern eine Ultraschallprüfung des vorgedrehten Schmiederohlings, erst nach der Prüfung wird die Kontur der Turbinenwelle eingebracht. »Nicht selten erreichen wir Zerspanraten von 50 bis 60 Prozent vom Schmiedeteil zum Auslieferungszustand«, erklärt Theodor Dincher, Leiter der Bearbeitungswerkstatt der Saarschmiede. Da hier sehr hoch legierte und warmfeste Stähle zerspannt werden, liegen die Schnittgeschwindigkeiten etwa bei 45 m/min. Bei Schnitttiefen von bis zu 50 mm und Vorschüben von 2,5 mm/U können die 55 mm breiten Hartmetall-Wendeschneidplatten eine Standzeit von etwa 45 Minuten erreichen (Bild 3).

Obwohl es hier in der Vergangenheit bereits sehr große Entwicklungsschritte hinsichtlich der Zerspanparameter und der Standzeiten gab, etwa durch die Einführung neuer Hartmetallsorten oder temperaturfester Beschichtungen, liegt laut Einschätzung Dinchers hier noch viel Potenzial: »Die Verfahrensentwicklung fordert unsere Zerspannung kontinuierlich mit neuen Sondermaterialien heraus, für die noch keine Schneidstoff- und Schnittwertempfehlungen vorliegen.«

Hochleistungsfräsen tendiert zu einem breiteren nutzbaren Drehzahlband

Unter dem Begriff Hochleistungsfräsen kann allgemein die Fräsbearbeitung großer Bauteile aus Pressenbau, Druckmaschinenbau, Chemieindustrie, aber auch aus dem allgemeinen Maschinenbau oder der Großmotorenfertigung zusammengefasst werden. Während in der Motorenfertigung meist Guss der Qualität GJL-200 bis GJL-500 verwendet wird, wird in den anderen Bereichen größtenteils Stahl aus dem unteren bis mittleren >>>

Sägen mit Biss!

Zeigen Sie Zähne. Ob in Alu, Stahl oder vergleichbaren Werkstoffen – mit uns kriegen Sie jedes Material klein. Noch einfacher. Noch präziser. Und noch schneller. Mit höchsten Schnittleistungen. Profitieren Sie von der Stärke unserer Hochleistungsband- und Kreissägen. In bewährter Spitzenqualität von BEHRINGER und BEHRINGER EISELE. Ihrem führenden Anbieter für innovative Sägesysteme. **Damit Sie sich locker überall durchbeißen können.**



74910 Kirchartd
Tel.: +49 7266 207-0
www.behringer.net

Behringer GmbH

» Festigkeitsbereich zerspannt. Es zeichnet sich ein aktueller Trend ab, der weg von extrem leistungsfähigen Einzweck-Schwerzerspannungsmaschinen mit bis zu 150 kW Antriebsleistung und geringen Drehzahlen geht hin zu Maschinen der Leistungsklasse um 50 bis 80 kW, die aufgrund des breiteren nutzbaren Drehzahlbandes auch beispielsweise zum Bohren genutzt werden können. Um die auftretenden Schnittkräfte zu senken, wird mit stärker positiven, leicht schneidenden Schneidkantengeometrien gearbeitet. Bei der Stahlzerspannung werden meist Hartmetallsorten von P25 bis P40 verwendet, bei Guss kommen K20 bis K40 zum Einsatz, die jeweils mit dicken PVD- beziehungsweise CVD-Beschichtungen auf Titanaluminiumnitrid- oder Aluminiumoxidbasis versehen werden. »Mit unserer neuen, beschichteten Sorte IN6530 haben wir einen sehr guten Kompromiss zwischen höchster Zähigkeit und Warmhärte bei der vorherrschenden thermischen Belastung bei der Schwerzerspannung von Stahl«, ergänzt Carlos Catarino, Produktmanager Walzenfräser und Großdiesel bei Ingersoll. Bei den Werkzeugspannsystemen sind SK 50 und SK 60 in den meisten Firmen noch Stand der Technik, vermehrt halten jedoch Spindelschnittstellen mit steiferen und genaueren HSK 100 oder HSK 125 Einzug in die Fertigung. Einen klassischen Schwerzerspannungsprozess beim Fräsen von Stahl 1.7225 (42CrMo4) zeigt Bild 4.

4 Tabelle

$$a_p = 10 \text{ mm} \quad a_e = 160 \text{ mm}$$

$$f_z = 0,65 \text{ mm}$$

$$v_c = 120 \text{ m/min}$$

$$D = 200 \text{ mm}, z = 10, n = 191 \text{ U/min}$$

$$V_f = f_z \cdot z \cdot n = 1242 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$Q = a_e \cdot a_p \cdot v_f = 1987 \text{ cm}^3/\text{min}$$



Klassische Schwerzerspannung: Beispielprozess Hochleistungsfräsen

i INFO

Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW), 64287 Darmstadt
Tel. 061 51/16-21 56, Fax 061 51/16-33 56
→ www.ptw.tu-darmstadt.de

Diese Parameter setzen neben soliden Werkzeugen natürlich stabile Werkstücke und Spannungen voraus, rechnerisch ergibt sich hier ein Leistungsbedarf von 82 kW an der Schneide. »Unsere Werkzeuge vertragen meist mehr, als die Maschine leisten kann, oft muss der Prozess der Maschine angepasst werden«, so Catarino. »Bei schwingungsanfälligen Teilen oder Spannsituationen kann oft nicht das volle Potenzial der Werkzeuge ausgenutzt werden«, ergänzt Josef Weber, Fertigungsleiter bei Kinkelo. Hier werden eigene Schweißkonstruktionen mit bis zu 50 Tonnen Gewicht unter Span genommen. Die Abtragsraten unterscheiden sich je nach Werkstückspektrum beträchtlich: »Während bei Schweißkonstruktionen selten mehr als 5 bis 10 mm Aufmaß zu zerspannen sind, können bei Schmiede- oder Gussteilen von 60 Tonnen bis zu 15 Tonnen Späne anfallen«, so Wilhelm Dörr, Geschäftsführer bei Jung (Bild 5).

Ein sehr zeitaufwendiger Prozess ist das Spannen der großen Werkstücke. »Bei komplexen Geometrien kann das Spannen bis zu 70 Prozent der Maschinenzeit ausmachen«, erklärt Weber. Hier lohnt sich die Investition in sehr lange Maschinenverfahrwege. Neben der Bearbeitung sehr langer Bauteile ist es bei kleineren Abmessungen möglich, hauptzeitparallel bereits das nächste Werkstück aufzuspannen; Palettenwechsler sind eher unüblich. Die bei großen Abtragsraten und Abmessungen freiwerdenden Eigenspannungen können die Bauteile um mehrere Zentimeter verziehen. Daher ist es erforderlich, die Werkstückspannung nach dem Schrumpfen zu lösen, das Bauteil neu auszurichten beziehungsweise zu »unterfüttern« und vor dem Fertigfräsen neu zu

Sumitomo. Der neue Maß

⊕ Originalgröße

⊕ Vollhartmetallaufbau für extreme Bruchsicherheit



⊕ Umweltfreundlich durch MMS (Minimal-Mengen-Schmierung)

So sieht Produktivitätsgewinn in Originalgröße aus: mit den Spiral-Tieflochbohrern Long Multi-Drill XHT. Natürlich von Sumitomo. Für bis zu siebenfach höhere Produktivität gegen-

über Einlippenbohrern. Und für Bohrtiefen von bis zu 30xD mit hoher Geschwindigkeit – und ohne Entspan-Zyklus. Wer wird sich in Zukunft daran messen können?



5 Bearbeitung einer Aufnahme an einer Schweißkonstruktion

spannen. »Nur so sind die auch bei großen Bauteilen engen Toleranzen einzuhalten, etwa eine Bohrung mit 1070 mm Durchmesser $\pm 0,05$ mm«, so Dörr.

Eine weitere Besonderheit bei den langen Verfahrenswegen stellt der Datentransfer der NC-Programme dar. Während einfache Geometrien an der Maschine programmiert werden, sind die am CAM-Arbeitsplatz generierten Programme über sehr lange Wege durch das Maschinenbett zu übermitteln. »Die Übertragung per DNC hat bei manchen Steuerungen Fehler verursacht, per Funk treten diese Probleme nun nicht mehr auf«, bestätigt Detlev Lattner, Fertigungsleiter Zerspanung bei Kinkle.

Warum sich Produktionsverlagerungen in Niedriglohnländer nicht lohnen

Allgemein kann in der Schwerzerspanung kein Trend zur Produktionsverlagerung ausgemacht werden. Die Anzahl der Unternehmen in Deutschland ist überschaubar, die besuchten Firmen berichteten von einer guten Auftragslage und planen bereits Maschinenneuanschaffungen. Bedingt durch die Größe und die Investitions- und Betriebskosten der Anlagen sind die Maschinenstundensätze deutlich höher als die Personalkosten, daher erscheint eine Produktionsverlagerung in Niedriglohnländer we-

nig sinnvoll. »In Osteuropa sind weder die Maschinen vorhanden, noch werden die Qualität und Termintreue erreicht. Zum Teil erledigen wir die Nacharbeit bei Teilen, die in Osteuropa »verfräht« wurden«, ergänzt Dörr. Die Transportlogistik scheint auch bei sehr großen und schweren Teilen kein Problem darzustellen, bis 150 Tonnen wird alles auf dem Straßenweg transportiert. Die Produktion von Großdieseln bildet in der Standortfrage eine Ausnahme. »Mit der Verbesserung der Qualität des Gusses aus China und Korea geht einher, dass die Teile auch dort bearbeitet werden, wo der Abguss stattfindet«, merkt Catarino an.

Wie auch in anderen Produktionssparten existieren für die Schwerzerspanung Richtwerte, die dann beim Kunden vor Ort durch die Anwendungstechniker der Werkzeughersteller eingefahren werden. Eine zusätzliche Schwierigkeit ist hierbei die Vielfalt der Bauteilvarianten; bei Einzelteilerfertigung müssen bei jedem Anwendungsfall die Parameter schrittweise angepasst werden.

Der Markt im Bereich Schwerzerspanung wird allgemein als gleichmäßiger beschrieben als beispielsweise im Automotivebereich oder im Werkzeugbau, funktionierende Prozesse werden eher schrittweise modifiziert beziehungsweise rationalisiert. Wenngleich Schwerzerspanungsprozesse auch in Zukunft etwa hinsichtlich der Verfahrgeschwindigkeiten oder der Technologieparameter kontinuierlich weiterentwickelt werden, wird dennoch eine prozesssichere Lösung eher eingesetzt als ein stark ausgereizter Parametersatz, wenn sich dabei Maschine, Aufspannung oder das Werkzeug am Limit bewegen. ■ [www](http://www.www) → **WB101847**

Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele ist Fachgebietsleiter des Instituts für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW), Fachbereich Maschinenbau, der TU Darmstadt
→ abele@ptw.tu-darmstadt.de

Dipl.-Ing. Benjamin Fröhlich ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am PTW der TU Darmstadt
→ froehlich@ptw.tu-darmstadt.de

Stab auch beim Bohren.



⊕ Einzigartige Spannutenform für effiziente Spanabfuhr

⊕ Optimales Design für besonders kurze Späne

Sumitomo Electric Hartmetall GmbH • Siemensring 84 • D-47877 Willich
tel. 0 21 54 / 49 92-0 • fax 0 21 54 / 4 10 72
info@sumitomotool.com • www.sumitomotool.com

 **SUMITOMO**
CARBIDE - CBN - DIAMOND

Neue Hartmetallsorte steigert die Produktivität beim Bearbeiten von Titanlegierungen

Des Widerspenstigen Zähmung

In der Luftfahrt wird inzwischen bei wichtigen tragenden Teilen, die in der Vergangenheit meist aus Stahl gefertigt wurden, auf Titan gesetzt. Doch Titan ist widerspenstig. Es lässt sich nur schwer effizient zerspanen.

→ Titan ist ein chemisches Element, das in der Erdkruste vorkommt. Im Periodensystem hat es die Nummer 22 und gehört zur Gruppe 4. Titanlegierungen haben eine Menge Vorteile:

- Festigkeit ähnlich wie Stahl bei halbem Gewicht,
- hohe Elastizität und Festigkeit,
- schlechte Wärmeleitfähigkeit – keine Versprödungen bei extrem niedrigen Temperaturen, keine nennenswerten Ausdehnungen bei großer Hitze.

Diese Vorteile bringen bei der Zerspaltung von Titanlegierungen jedoch Nachteile mit sich:

- Titanlegierungen sind schwierig zu bearbeiten,
- sie verursachen hohe Bearbeitungs- und Werkzeugkosten,
- der Werkstoff ist extrem teuer (momentan mindestens 25-mal teurer als Aluminium).

Titan stellt hohe Ansprüche

Titanlegierungen sind sehr schlechte Wärmeleiter – im Vergleich zu Stahl um einen Faktor zehn. Für die Zerspaltung heißt das: Die erzeugte Prozesswärme fließt zu 75 Prozent in die Werkzeuge und kann nicht

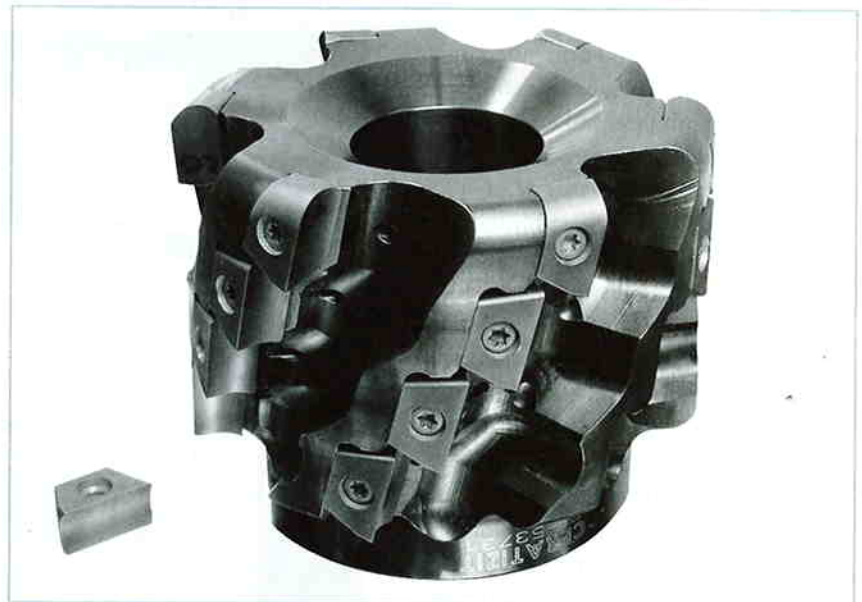
mit den Spänen abtransportiert werden. Um dem entgegenzuwirken, braucht man ein hochwarmfestes Hartmetallsubstrat und eine effiziente Kühlung während des Bearbeitungsprozesses. Das führt zum Einsatz von großen Kühlmittelmengen, die am besten mit hohem Druck durch die Spindel direkt an die Schneidkanten

der Werkzeuge befördert werden. Aus diesem Grund sind Trägerwerkzeuge mit Innenkühlung für das Zerspaltung von Titanlegierungen die erste Wahl.

Eine weitere Konsequenz der schlechten Wärmeleitfähigkeit von Titanlegierungen ist die hohe Temperatur in den Schneidwerkzeugen. Sie führt zu chemischen Reaktionen wie Oxidation und Diffusion an der Oberfläche der Werkzeug-schneide. Probleme, für die Ceratizit aus Reutte/Österreich mit der neuen Sorte ›CTP5240‹ eine Lösung hat.

Widerstand gegen die Zerspaltung

Titan ist ein polymorphes Material. Es zeigt nach dem Erstarren bei 1668° C ein kubisch raumzentriertes Gitter und klappt bei 882° C in eine hexagonale Gitterstruktur



1 Titanfräser: Eine effiziente Bearbeitung ist gar nicht so einfach

i Anwendungsbeispiele aus der Luftfahrtindustrie

Flugzeugfahrgestell (Truck beam)

Ti 5.5.5.3 (TiAl5V5Mo5Cr3)

Igelfräser ANFT.80.R.05-19-A32-60

$v_c = 30$ m/min

$f_z = 0,1$ mm/Umdrehung

$a_p = 18$ mm

$a_e = 5$ mm

Standzeit: > 100 min

Strukturbauteil/Luftfahrtindustrie

TiAl6V4

Schafffräser C251.32.R.04-10-AR70

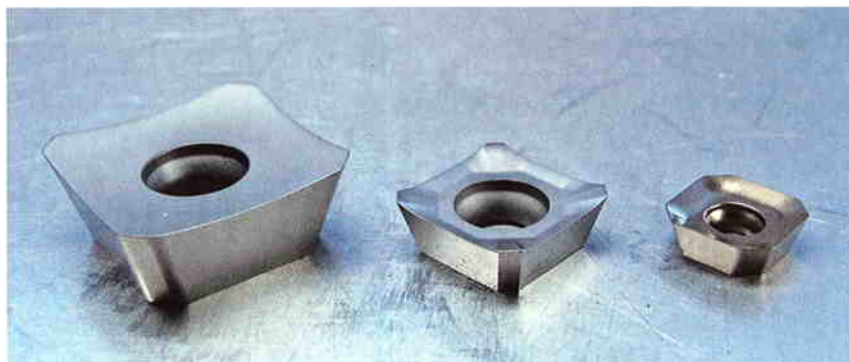
$v_c = 65$ m/min

$f_z = 0,21$ mm/Umdrehung

$a_p = 1,0$ mm

$a_e = 32$ mm

Standzeit: > 70 min



2 HyperCoat-Wendeschneidplatten der Reihe ›CTP5240‹ erhöhen die Produktivität wie auch die Prozesssicherheit

tur um. Dennoch bleibt Titan unterhalb dieser Temperatur relativ gut verformbar, da zahlreiche Gleit- und Zwillingebenen im Kristallgitter vorliegen.

Bei massiver Kaltumformung neigt Titan zu starker Verfestigung, wobei die Zugfestigkeit sich verdreifacht und die Bruchdehnung sich um bis zu 90 Prozent verringert. Diese Verfestigungsneigung setzt dem Zerspanungsprozess einen signifikanten Widerstand entgegen: Die Schneidkanten brechen leicht aus, oder der Schneidstoff wird zerrüttet. Eine Reduktion der Schnittkräfte durch positive und scharfe Schneiden bringt hier bis zu einem gewissen Punkt Abhilfe. Allerdings darf die Ausgestaltung nicht zu positiv sein, da die Schneide sonst zu empfindlich für diesen Anwendungsbereich wird.

Die hohe Elastizität des Werkstoffs begründet eine Relaxation des Materials, die direkt nach dem Schnittprozess zu einem Aufatmen des Titans führt. Dies stellt besondere Anforderungen an die geometrische Freistellung der Schneidkante. Fazit: Titan effizient zu zerspanen ist gar nicht so einfach (Bild 1).

Neue Hartmetallsorte zum Zerspanen von Titanlegierungen

Viele der in der Luft- und Raumfahrtindustrie verwendeten Bauteile sind geschmiedete Titanlegierungen. Diese Teile sind an der Oberfläche ungleichmäßig

hart und bringen daher für die Wendeschneidplatten, die zur Zerspanung eingesetzt werden, unvorhersehbare Belastungen. Ceratizit löst diese komplexe Aufgabenstellung mit einer besonders warmfesten Substrat-Beschichtungskombination, die den Markennamen ›HyperCoat‹ trägt. Dahinter verbergen sich ein innovatives Hartmetallsubstrat der ISO-Klasse P und M 35 und eine speziell für diesen Anwendungsbereich abgestimmte Beschichtung. Diese neue Hartmetallsorte trägt den Namen CTP5240 (Bild 2).

Hocheffizient: die neue Sorte ›CTP5240‹

Bei der neuen Sorte CTP5240 handelt es sich um ein extrem hochwarmfestes Hartmetallsubstrat mittlerer Körnung, das eine hohe Verschleißfestigkeit mit ausreichender Zähigkeit und einer sehr hohen Warmfestigkeit verbindet.

Die Beschichtung zeigt – abgestimmt auf die Titanlegierungen – eine deutlich reduzierte Neigung zu chemischen Reaktionen wie Oxidation und Diffusion mit dem Werkstückmaterial. Sie besitzen ausgezeichnete tribologische Eigenschaften und eine hohe thermische Stabilität bei außerordentlich hoher Härte, wie Dr. Uwe Schleinkofer und Peter Uttenthaler von Ceratizit betonen (Bild 3).

Zusätzlich zur sehr hohen Härte bietet diese Beschichtung einen hocheffizienten Hitzeschild, der das Hartmetallsubstrat vor frühzeitigem Verschleiß bei höheren Schnittgeschwindigkeiten schützt. Außerdem wird eine spezielle Oberflächenbehandlung der Beschichtung aufgebracht. Sie führt zu einer sehr glatten Spanfläche und verringert somit den Reibungskoeffizienten bei der Zerspanung erheblich. Die



3 Dr. Uwe Schleinkofer (links), Leiter Entwicklung Zerspanung und Peter Uttenthaler, Geschäftssegmentleiter Energie & Transport/ Zerspanung bei Ceratizit, über die neue Sorte: »Ausgezeichnete tribologische Eigenschaften und eine hohe thermische Stabilität bei außerordentlich hoher Härte«

Späne können deutlich besser über die Spanfläche gleiten.

Hochpositives Design bei der Geometrie

Bei der Schneidengeometrie der Sorte CTP5240 setzt Ceratizit auf ein hochpositives Design, das in der Ausführung der bekannten Aluminiumgeometrie -27 desselben Herstellers ähnlich ist. Diese Geometrie erlaubt das Zerspanen mit sehr niedrigen Schnittkräften und -drücken. So können die Prozesstemperaturen über längere Zeit im Bereich zwischen 200 und 250° C gehalten werden. Das ist bei der Zerspanung von Titanlegierungen deutlich weniger als bisher.

Weitere positive Effekte dieser Schneidengeometrie sind die sehr gute Spanformung und der effiziente Spanfluss. Dank der guten Spanform unterstützt diese Schneidengeometrie ein effizienteres Entsorgen der Späne, da das Volumen gering gehalten wird: ein Liter abgetragenes Material hat jetzt deutlich weniger Volumen als sonst üblich.

Mit dieser Geometrie- und Sortenkombination hat Ceratizit bei Schrubbearbeitungen bereits standfeste 120 m/min Schnittgeschwindigkeit bei einem Zahnvorschub von 0,12 mm und 6 mm axialer Schnitttiefe erzielt. ■

www.ceratizit.com → WB101845

i HERSTELLER

Ceratizit Austria GmbH
A-6600 Reutte
Tel. +43/56 72/200-0
Fax +43/56 72/200-5 02
→ www.ceratizit.com