

Fräswerkzeuge ■ Kühlschmierung ■ Prozessoptimierung

Wärmeabfuhr nach Bedarf

Stets aktuell bleibt beim Fräsen die Frage: mit Kühlschmierstoff oder ohne? Die Antwort hängt von den Werkstoffeigenschaften, der Maschinenleistung und anderen Faktoren ab. Oft erweist sich Minimalmengenschmierung als die beste Lösung. Optimieren ist Pflicht!

1 Die gewählte Kühlschmierstrategie beeinflusst den gesamten Fräsprozess erheblich. Für das Schruppen von Stahl mit einem langen Nutfräser der Produktfamilie T490 von Iscar, wie es hier praktiziert wird, ist eine Wärmeabfuhr mit flüssigem Kühlschmierstoff nicht zu empfehlen (© Iscar)



Kühlflüssigkeit, Kühlmittelgemisch, Kühlschmiermittel, Kühlschmierstoff, Schneidöl oder Kühlmittel sind in der Praxis geläufige Bezeichnungen für Fluide zum Kühlen und Schmieren in unterschiedlichen Prozessen.

Bei jeder Art der spanenden Bearbeitung entsteht Reibung zwischen den an der Spanbildung beteiligten Oberflächen des Werkzeugs und der Oberfläche des Werkstücks. Damit entsteht zugleich Wärme, die es zu mindern und abzuführen gilt. Kühlschmierstoffe (KSS) sind geeignete, bewährte Hilfsmittel, um diese Aufgabe zu lösen. Sie tragen somit ihren Teil dazu bei, spanende Fertigungsverfahren zu optimieren.

Ein optimiertes KSS-Management verbessert Leistung und Genauigkeit

KSS haben aber nicht nur die Funktion, die während des Bearbeitungsprozesses in der Wirkzone entstehenden hohen Temperaturen zu reduzieren und somit die thermische Belastung für das Werkzeug zu verringern. Sie verbessern auch die Späneabfuhr und senken die Metallstaubkonzentration in der Fertigungsumgebung.

Eine optimierte KSS-Zufuhr hat mehrere Vorteile. Sie verbessert die Prozessleistung infolge einer erhöhten Bearbeitungsgenauigkeit und Oberflächengüte. Außerdem laufen die Prozesse aufgrund von Produktivitätssteigerungen, Stand-

zeitverlängerungen und eines geringeren Werkzeugverbrauchs besonders wirtschaftlich ab. Darüber hinaus schützt sie vor schädlichen Umwelteinflüssen.

Bei unterbrochenen Fräs- oder Schnittprozessen ist die Schneidkante des Werkzeugs einer zyklischen Wärmebelastung ausgesetzt. Außerdem ändert sich die Werkzeugtemperatur drastisch, wenn die Schneidkante in das Werkstück eingreift und dieses wieder verlässt. Die Schneidkante ist hierbei einer besonders starken Wärmebelastung ausgesetzt, vergleichbar mit wiederkehrenden Thermoschocks. Sinterhartmetall – ein Produkt der Pulvermetallurgie und heute das meistgenutzte Werkzeugmaterial – hält einer Belastung



2 Dieser Multi-Master-Kugelfräser wurde für die Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe konzipiert. Ausgestattet ist er mit Bohrungen für eine gezielte KSS-Zufuhr

(© Iscar)

durch wiederholte Thermoschocks nicht stand, so dass die Schneidkanten Schaden nehmen. Wenn Werkzeuge aus diesem Material verwendet werden, kann der Zusatz eines KSS die Schockwirkung verstärken und zum Bruch der Schneidkante beitragen.

Führen extreme Temperaturen zu einer plastischen Verformung der Schneidkante, haben große Temperaturunterschiede vorrangig thermische Risse zur Folge. Diese Situation verschärft sich bei Fräsarbeiten mit großer Wärmeentwicklung, beispielsweise beim Bearbeiten schwer zerspanbarer Werkstoffe oder bei Schrapparbeitsgängen.

In vielen Fällen ist die Zufuhr eines leistungsfähigen KSS hingegen notwendig, zum Beispiel dann, wenn Werkstoffe wie Titan und Hochtemperatur-Superlegierungen, rostfreie austenitische und Duplexstähle (austenitisch-ferritische Stähle) oder gar Spezial-Hartgusslegierungen bearbeitet werden, bei denen eine starke Reibung und damit Wärmeentwicklung auftritt. Dort verbessert sich zudem aufgrund der Spülwirkung des KSS die Späneabfuhr, und es ist weniger Nachschneiden erforderlich, vor allem beim Fräsen tiefer Taschen und schmaler Nuten.

Neben der herkömmlichen Niederdruckkühlung, bei der der KSS mit einem Druck von etwa 20 bar zugeführt wird, bringt die Hochdruckkühlung (HPC), die bei 80 bar oder einem noch höheren Druck (Ultra-HPC) erfolgt, deutliche Vorteile in der Praxis. Bei der konventionellen Flüssigkühlung bildet sich infolge der Wärmeentwicklung ein Dampffilm in der Wirkzone, der die Wärmeabfuhr beeinträchtigt. Mit einem HPC-Strahl, der genau auf diese Zone gerichtet ist, kann der Film durchbrochen und dieser uner-

wünschte Effekt beseitigt werden. Außerdem wird der Prozess mit HPC über einen veränderten Scherebenenwinkel und die so entstehenden dünneren und besser abführbaren Späne optimiert. Die Vorteile der HPC-Technik sind allerdings nur dann nutzbar, wenn geeignete, leistungsstarke Werkzeugmaschinen verwendet oder vorhandene entsprechend modernisiert werden.

Trockenbearbeitung ist nicht selten die effektivere Variante

Vielversprechende Möglichkeiten bietet die Trockenbearbeitung. Beim Schrappfräsen entstehen beispielsweise durch starken Abtrag extrem hohe Temperaturen. Die Zufuhr eines KSS kann hier aufgrund der kritischen thermischen Belastung eine zerstörende Wirkung haben. Wird das Schrappfräsen hingegen »



3 Der lange Nutfräser T490 ist ein Werkzeug für die Hochdruckkühlung (HPC). Seine Konstruktion ermöglicht den Einbau von Düsen an den Ausgängen der Kühlmittelbohrungen (© Iscar)

trocken ausgeführt, ist die Temperatur an der Schneidplattenkante konstant. Sind die Bearbeitungsdaten korrekt eingegeben, bleibt sie dabei in einem akzeptablen Bereich. Es treten nur relativ geringe Temperaturschwankungen auf, die nicht zu Thermoschocks führen.

Für die feinen Schnitte beim Hochgeschwindigkeitsfräsen (HSM), besonders bei Werkstücken mit Härtewerten von 45 HRC oder mehr, empfehlen Experten die Luftkühlung. Der Verzicht auf Kühlflüssigkeit führt dabei zu stark verlängerten Standzeiten.

Ohne Kühlschmiermittel sind Pumpen, ein KSS-Aufbereitungssystem und anderes, teures Werkzeugmaschinenzubehör nicht erforderlich, wodurch die Gesamtkosten weiter sinken.

Eine weitere Option ist das Fräsen mit Minimalmengenschmierung (MMS), auch Quasi-Trockenbearbeitung genannt. Bei dieser Technik arbeitet die Schneidkante des Werkzeugs in einem Nebel aus Öl und Druckluft, der direkt in die Wirkzone gesprüht wird. Je nach Konstruktion von Werkzeugmaschine und Fräser kann der Nebel von außen oder von innen über eine Bohrung zugeführt werden. Die Hauptfunktion von MMS besteht in der Schmierung der Schneidkante während der Zerspanung. Aus diesem Grund wird im Prozess nur die wirklich notwendige Menge an Öl verbraucht; das steigert die Effizienz der Schmierung. Außerdem bleiben Werkstück und Späne nahezu trocken, die Reinigung vereinfacht sich und geht schneller vonstatten. Darüber hinaus verlängert die MMS-Technik die Werkzeugstandzeit. Der Arbeitsbereich der Werkzeugmaschine bleibt ebenfalls relativ trocken.

Kühlbohrungen im Werkzeugkörper bringen das Fluid direkt zur Wirkstelle

Eine weitere Kühloption ist die kryogene Bearbeitung. Indem man ein Kühlmittel



4 Der Multi-Master-Kugelfräser zum Hochvorschubfräsen ist ein modulares Werkzeug mit austauschbaren Vollhartmetallköpfen. Mit zentralen KSS-Bohrungen und progressiver Al-Tec-Beschichtung erreicht er ein Optimum bezüglich Verschleißfestigkeit und Zähigkeit

(© Iscar)

mit extrem niedrigen, kryogenen Temperaturen verwendet, wird das Risiko der Überhitzung drastisch reduziert – eine gesteigerte Leistung und verlängerte Standzeiten sind das Ergebnis. Kombiniert mit MMS ergibt sich eine effektive kryogene ›Mindestmengen‹-Bearbeitungsmethode, bei der ein Niedertemperatur-Kühlmittel wie etwa flüssiger Stickstoff über das Werkzeug direkt der Schnittzone zugeführt wird. Alternativ dazu sehen einige Prozesse die Zufuhr von komprimiertem Kohlendioxid (CO₂) in die Schnittzone vor.

Bei jeder dieser Methoden verdampfen Teilchen des kryogenen Kühlmittels an der Schneidkante und führen dabei Wärme ab. Trotz der klaren Vorteile ist diese Art der Kühlung kostenintensiv und erfordert den Einsatz speziell entwickelter Werkzeugmaschinen.

Außer dem Werkstückstoff, der Bearbeitungsart und dem Maschinentyp hängt die richtige Kühlung auch von den verwendeten Zerspanungswerkzeugen ab. Die Hersteller dieser Werkzeuge berücksichtigen deshalb die Anforderungen ihrer Kunden und bieten Lösungen an, die eine produktive Bearbeitung unter Verwendung verschiedener Kühlschmiermethoden ermöglichen.

Die Mehrzahl moderner Wendeplattenfräser hat Kühlmittelbohrungen, sodass die KSS-Zufuhr über den Werkzeugkörper erfolgt. Das ist besonders effektiv, weil das Fluid auf diese Weise direkt an die Wirkstelle gelangt. Für Planfräser früherer Generationen, die nicht über solche Bohrungen verfügen, bietet der Hersteller Iscar eine Klemmschraube mit einer

einstellbaren Düse an. Sie verbessert in vielen Fällen nicht nur die KSS-Zufuhr, sondern trägt auch zu einer besseren Späneabfuhr bei.

Auch die Beschichtungsart beeinflusst die Wahl der Kühlschmierstrategie

Bei Fräsern, die für MMS und kryogene Bearbeitung vorgesehen sind, sollte der Fräserkörper diesen Prinzipien entsprechend ausgelegt sein. Die Form der Innenkanäle sowie deren Größe und Dichtelemente müssen einen größtmöglichen, störungsfreien KSS-Durchsatz sicherstellen. Wichtigste Elemente sind die an den Ausgängen der Kanäle eingebauten Düsen, weil diese die Wirkung des Hochgeschwindigkeits-KSS-Strahls optimieren und ihn präzise lenken.

Im Prozess der Spanabnahme durch die jeweilige Schneide der Wendeplattenplatte ist der erzielbare Kühlschmiereffekt neben der verwendeten Hartmetallsorte auch eine Funktion der Beschichtung. Die Beschichtung der Platte bildet eine Barriere gegen die Hitze und muss deshalb extremen Temperaturunterschieden widerstehen. Dabei gibt es keine Universal-Beschichtung, die für produktives Fräsen mit und ohne KSS gleichermaßen geeignet ist. Einige Beschichtungen wirken effektiver bei der Nassbearbeitung, wogegen andere Beschichtungen Vorteile bei der Trockenbearbeitung bieten. Auf dem Markt sind Hartmetall-Wendeschneidplatten mit Beschichtungen für alle erdenklichen Einsatzfälle verfügbar. Letztendlich entscheidet die Bearbeitungsart über die am besten geeignete Zusammensetzung. ■

INFORMATION & SERVICE



HERSTELLER

Iscar Germany GmbH
76275 Ettlingen
Tel. +49 7243 9908-0
www.iscar.de

PDF-DOWNLOAD

www.werkstatt-betrieb.de/6947129