

VDG - MERKBLATT

Fräsbearbeitung von Druckgießformen mit schlanken Schafffräsern

K 60
November 1995

1 Einleitung

Die Fräsbearbeitung von Druckgießformen mit schlanken Schafffräsern stellt aufgrund der kürzesten Fertigungsfolge von der Konstruktion bis zum fertigen Teil eine Verfahrensalternative zum funkenerosiven Senken von feingliedrigen Konturen dar. Sie erfordert aufgrund der spezifischen geometrischen Randbedingungen von Druckgußbauteilen den Einsatz schlanker Schafffräser.

Das Merkblatt faßt die grundlegende Technologie zur Realisierung stabiler Prozeßbedingungen bei der Fräsbearbeitung von vergütetem Warmarbeitsstahl mit schlanken Schafffräsern zusammen. Darüber hinaus wird auf den Einsatz eines Technologiemoduls eingegangen, welches die einfache und schnelle Bereitstellung optimierter Prozeßparameter ermöglicht. Abschließend werden die maschinenseitigen Voraussetzungen für das CAD/CAM-gestützte NC-Fräsen dargestellt.

Die folgenden Empfehlungen wurden vom VDG-Fachausschuß Druckguß in Zusammenarbeit mit dem IPT Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie in Aachen erarbeitet.

2 Geltungsbereich

Die Richtlinien beziehen sich auf die Fräsbearbeitung der hauptsächlich für Druckgießformen verwendeten Warmarbeitsstähle nach VDG-Merkblatt M 82 im vergüteten Zustand mit einer Zugfestigkeit im Bereich von $R_m = 1450$ bis 1550 N/mm².

Anmerkung:

Hinsichtlich der Fräswerkzeuge werden schlanke Schafffräser im Durchmesserbereich von $D = 2$ bis 6 mm bei einem Verhältnis der Werkzeugauskraglänge zum Werkzeugdurchmesser von $l_k/D = 5$ bis 20 betrachtet.

3 Prozeßparameter

3.1 Schnittgeschwindigkeit

Zur Senkung der Bearbeitungszeit bei der Fräsbearbeitung von Druckgießformen sollte die Schnittgeschwindigkeit möglichst hoch gewählt werden. Mit einer Steigerung der Schnittgeschwindigkeit ist jedoch ein Anstieg der Prozeßtemperatur an der Werkzeugschneide verbunden. Überschreitet die Prozeßtemperatur die Warmhärte des eingesetzten Schneidstoffs, so kommt es zu einem vorzeitigen Ausfall des Werkzeugs. Aufgrund der Warmhärte des Schneidstoffs ist somit die Schnittgeschwindigkeit nach oben begrenzt.

Zufriedenstellende Werkzeugstandwege in der Größenordnung von $L_r = 50$ m ergeben sich beim Einsatz von Vollhartmetallfräsern der Sorte K10 - Feinstkorn - im Schnittgeschwindigkeitsbereich von $v_c = 100$ bis 500 m/min.

Neben der Anpassung der Schnittgeschwindigkeit an den einzusetzenden Schneidstoff kommt der Abstimmung der Drehzahl auf die Fräseigenfrequenz die größte Bedeutung im Hinblick auf stabile Prozeßbedingungen zu. Primäres Ziel muß die Vermeidung

Vom Fachausschuß "Druckguß" erstellte Richtlinie



VEREIN DEUTSCHER GIESSEREIFACHLEUTE



einer Anregung im Bereich der Fräsereigenfrequenz durch den Zahneingriff sein. Ein entsprechender Algorithmus zur Berechnung stabiler Drehzahlen ist in das Technologiemodul zur Prozeßauslegung (Abschnitt 4) eingebunden.

3.2 Vorschubgeschwindigkeit, Zustellung

Die Anpassung der Werkzeugbelastung an die Fräsersteifigkeit erfolgt über die Wahl der Zustellgrößen und den Vorschub pro Zahn. Dabei ist ein Optimum zwischen einer Werkzeugüberlastung aufgrund zu großer Parameter und einer undefinierten Spanabnahme mit Quetschvorgängen durch zu klein gewählte Prozeßparameter anzustreben. Allgemeingültige Richtwerte lassen sich hierbei nicht angeben, da die Prozeßparameter vor allem von der Steifigkeit des Fräswerkzeugs bestimmt werden. Vielmehr ist zur Bestimmung geeigneter Werte für Zustellung und Vorschub pro Zahn auf das Technologiemodul (Abschnitt 4) zurückzugreifen.

3.3 Fräsart

Filigrane Formgeometrien, wie z.B. schmale, tiefe Nuten, sind ebenenweise im Stirnschnitt auszuräumen. Zur Vermeidung eines erhöhten Werkzeugverschleißes erfolgt die axiale Zustellung von einer Fräsebene auf die nächste durch ein flaches Eintauchen des Fräasers (Eintauchwinkel $< 5^\circ$) (Bild 1).

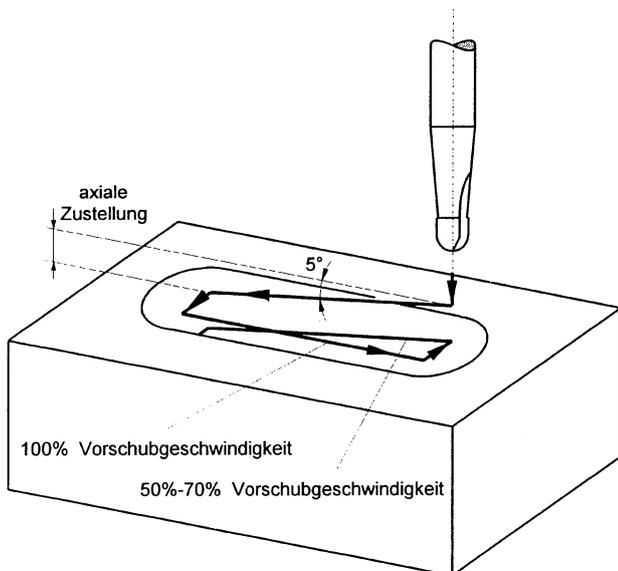


Bild 1: Kontinuierliche Zustellung über flache Eintauchbewegung

Während des Eintauchens ist die Vorschubgeschwindigkeit um 30% bis 50% zu senken.

Da der Stirnschnitt im Gegensatz zum Umfangsfräsen eine höhere Prozeßstabilität aufweist, sollten die Nutflanken bereits beim Ausräumen der Nut fertig bearbeitet werden. Eine nachfolgende Flankenbearbeitung im Umfangsschnitt sollte nach Möglichkeit vermieden werden.

Zur Sicherung eines günstigen Verschleißverhaltens und einer guten Oberflächenqualität ist das Gleichlaufräsen dem Gegenlaufräsen vorzuziehen (Bild 2).

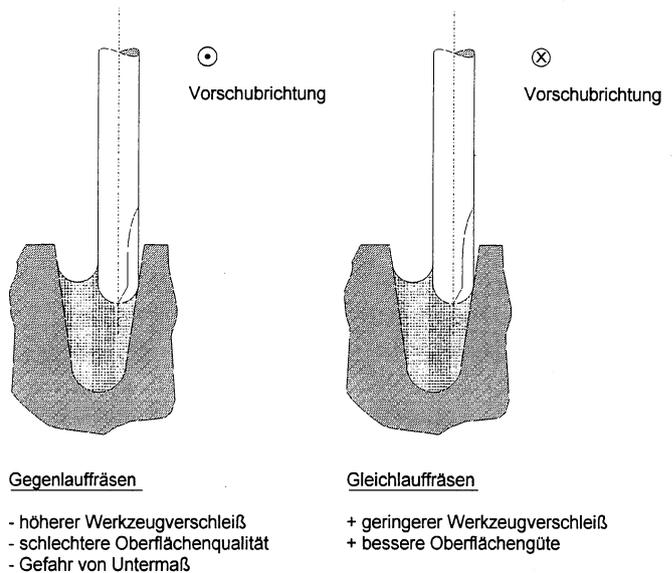


Bild 2: Gegenüberstellung Gegenlaufräsen - Gleichlaufräsen

Die Fräsbearbeitung erfolgt im Trockenschnitt, d.h. ohne den Einsatz von Kühlschmierstoff. Die Späne sind mit Hilfe von Druckluft von der Zerspansstelle zu entfernen.

4 Technologiemodul

4.1 Handhabung

Die Nutzung des Technologiemoduls ermöglicht eine einfache und schnelle Bereitstellung optimierter Schnittparameter hinsichtlich Prozeßsicherheit und Oberflächenqualität. Im Rahmen des Programmablaufs werden seitens des Programmbedieners das Fräswerkzeug und das Fräsverfahren interaktiv festgelegt. Der Abschluß der Prozeßdefinition startet die automatische Bestimmung geeigneter Prozeßparameter für das vorgegebene Werkzeug und Fräsverfahren. Dabei wird auf das in den Datenbanken abgelegte Prozeßwissen zurückgegriffen und werden stabile Drehzahlen unter Berücksichtigung der Eigenfrequenz des vorgegebenen Werkzeugs berechnet. Die Ausgabe der ermittelten Prozeßparameter erfolgt am Bildschirm.

4.2 Werkzeug- und Schnittparameterdatenbank

Im Technologiemodul sind zwei Datenbanken in der Funktion einer Wissensbasis integriert. Die Werkzeugdatenbank ermöglicht die Ablage und Verwaltung von Fräswerkzeugen, während die Prozeßparameterdatenbank die den Schafffräsern zugeordneten Prozeßstellgrößen enthält. Die Integration neuer Schnittparameter zur Erweiterung der dem Technologiemodul zugrundegelegten Wissensbasis ist jederzeit möglich. Diverse Editierfunktionen unterstützen den Benutzer bei der Verwaltung der Datenbanken.

4.3 Rechnerhardware

Das Technologiemodul ist auf jedem IBM-AT-kompatiblen Rechner mit mindestens 512 KB RAM, einem Diskettenlaufwerk (3,5' oder 5,25'), einer seriellen und einer parallelen Schnittstelle sowie einem Farbmonitor lauffähig. Eine Festplatte mit mindestens 1 MByte freiem Speicherplatz und eine serielle oder parallele Maus vereinfachen die Handhabung des Programms.

5 Werkzeuge und maschinelle Voraussetzungen

5.1 Fräswerkzeuge

Als Fräswerkzeuge für den Durchmesserbereich von $D = 2$ bis 6 mm sind Vollhartmetallschaftfräser einzusetzen. Die Hartmetallsorte K10 - Feinstkorn - hat sich dabei am verschleißgünstigsten erwiesen. Zur Vergrößerung der Werkzeugstabilität sollte die Auskraglänge so kurz wie möglich gewählt werden. Vorteilhaft ist der Einsatz von Werkzeugen mit einer

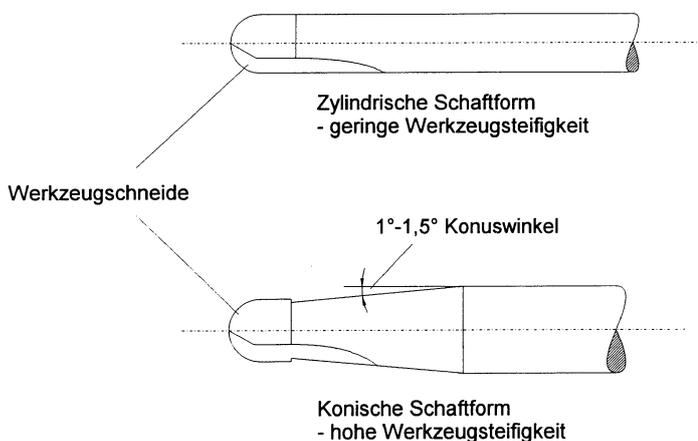


Bild 3: Gegenüberstellung zylindrische Schaftform - konische Schaftform

konischen Schaftform (keine konischen Fräser), wobei sich der Konuswinkel von 1° bis $1,5^\circ$ an der Formauszugschräge orientiert (Bild 3).

5.2 CAD/CAM

Die Komplexität der vielfach aus Freiformflächen aufgebauten Druckgießformkonturen sowie der Trend zur Bereitstellung der Bauteilinformationen in Form von CAD-Daten erfordern den Einsatz eines CAD/CAM-Systems. Während die Entwicklung der CAD-Systeme schon soweit fortgeschritten ist, daß die namhaften 3-D-Systeme kaum Wünsche bezüglich der Konstruktions- und Darstellungsmöglichkeit offenlassen, stehen beim CAD/CAM-Modul zwei Forderungen hinsichtlich der Systemauswahl im Vordergrund: Zum einen sollte die NC-Programmierung weitgehend automatisch erfolgen, zum anderen muß die problemlose Umsetzung der zur Fräsbearbeitung in Stahl erforderlichen Frässtrategien gegeben sein. Dabei ist auch die Möglichkeit zur Ablage dieser Strategien in NC-Modulen von Bedeutung, um den NC-Programmieraufwand zu reduzieren.

5.3 Werkzeugmaschine

Die für die Bearbeitung notwendigen Fräswerkzeuge legen über ihren Durchmesser, ihren Schneidstoff und ihre Geometrie die optimalen Schnittwerte und damit die dynamischen Eigenschaften der Werkzeugmaschine wie z.B. Spindeldrehzahl, Vorschubgeschwindigkeit und Leistung der numerischen Steuerung (NC) fest.

Aufgrund der kleinen Werkzeugdurchmesser von $D = 2$ bis 6 mm wird der Einsatz einer Hochfrequenzspindel mit einer maximalen Drehzahl von $n_{\max} = 50000$ bis 60000 1/min empfohlen. Die Spindelleistung ist dabei von untergeordneter Bedeutung, da nur geringe Fräskräfte vorliegen.

Die Linearachsen sollten eine Achsgeschwindigkeit von $v_f = 5000$ mm/min aufweisen. Die Leistungsfähigkeit der Steuerung muß so aufgebaut sein, daß eine ausreichende Dynamik der Maschine über eine Satzverarbeitungszeit von $t_s = 2$ bis 5 ms für die kontinuierliche Drei-Achsen-Interpolation mit Radiuskorrektur sichergestellt wird.

Aus Sicherheitsgründen ist zum Schutz des Maschinenbedieners eine durchschlagsichere Vollverkleidung des Bearbeitungsraums vorzusehen.

6 Literatur

König, W.; Werner, A.; Löffler, R.: Fräsbearbeitung von Druckgießformen mit schlanken Schafffräsern. Giesserei 79 (1992) Nr. 22, S. 922-928.

König, W.; Werner, A.; Löffler, R.: Softwaremodul zur Prozeßauslegung der Fräsbearbeitung mit schlanken Schafffräsern im Druckgießformenbau. Giesserei 81 (1994) Nr. 5, S. 128-132.

VDG-Fachbericht 062: Technologiemodul zur Prozeßauslegung für den Einsatz schlanker Schafffräser im Druckgießformenbau. Februar 1995.