

VDG - MERKBLATT

Fertigen von Innengewinden in Druckgußstücke aus untereutektischen Al-Si-Legierungen

K 50
November 1995

1 Einleitung

Die nachstehend beschriebenen Empfehlungen wurden vom VDG, Fachausschuß Druckguß, in Zusammenarbeit mit dem WZL Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der RWTH Aachen entwickelt.

Das Merkblatt zeigt Möglichkeiten auf, qualitativ hochwertige Innengewinde in Druckgußstücken aus untereutektischen Al-Si-Legierungen wirtschaftlich zu fertigen.

Die Forschungsarbeiten wurden exemplarisch für die Gewindegrößen M12x1 bzw. M12x1 und M5x0,8 und schwerpunktmäßig mit dem Gußwerkstoff der Legierung Nr. 226 (GD - AlSi 9 Cu 3) durchgeführt. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Gewindegrößen und Gußwerkstoffe wird in Punkt 9 näher erläutert.

2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie bezieht sich auf folgende Thematiken:

1. Spanendes Erzeugen von Kernlöchern durch Aufbohren bzw. Bohren ins volle zur nachfolgenden Gewindeherstellung.
2. Spanende Gewindeherstellung in aufgebohrte Löcher.
3. Anschliff eines Kombinationswerkzeuges zur spanenden Gewindeherstellung in vorgegossene Durchgangs- und Sacklöcher ohne separaten Aufbohrvorgang.
4. Spanlose Herstellung von Innengewinden durch Gewindefurchen in vorgegossene bzw. aufgebohrte Kernlöcher.

3 Maschinelle Voraussetzungen

Bei der Gewindeherstellung muß die Bearbeitungsmaschine eine einwandfreie Koppelung zwischen Vorschub- und Rotationsbewegung des Werkzeuges gewährleisten. Hierzu eignet sich z.B. ein CNC-Bearbeitungszentrum. Zur Sicherstellung eines Axialausgleiches der Vorschubbewegung muß ein Gewindeausgleichsfutter mit einem auf Zug und Druck arbeitenden Längenausgleich eingesetzt werden.

4 Spanendes Erzeugen von Kernlöchern durch Aufbohren bzw. Bohren ins volle zur nachfolgenden Gewindeherstellung

4.1 Bohren ins volle

- Schneidstoff S 6-5-2-5
- Kegelmantelschliff nach DIN 1412, Form A
- Seitenspanwinkel 30°, Typ W
- Spitzenwinkel 118°
- Oberflächen vergütet - nitriert und dampfangelassen
- Durchmesser toleranz h8

4.2 Aufbohren

- Schneidstoff S 6-5-2
- Kegelmantelschliff Typ W
- Spitzenwinkel 120°
- Drallwinkel 35°
- dreischneidig
- Spanwinkel 8°

Vom Fachausschuß "Druckguß" erstellte Richtlinie

4.3 Schnittbedingungen

- Schnittgeschwindigkeit: $v_c = 50$ m/min
- Vorschub: $f = 0,2$ mm/U
- Bohrl-Wasser-Emulsion 2,5 %

5 Spanende Gewindeherstellung in aufgebohrte Löcher

5.1 Werkzeug

- Schneidstoff S 6-5-2-5
- 4-5 Anschnittgänge
- Seitenspanwinkel 0°
- Spanwinkel 8°
- Freiwinkel 22°
- Anschnittwinkel $7,1^\circ$
- 3 Spannuten

5.2 Schnittbedingungen

- Schnittgeschwindigkeit: $v_c = 20$ m/min
- Bohrl-Wasser-Emulsion 5 %

6 Anschliff eines Kombinationswerkzeuges zur spanenden Gewindeherstellung in vorgegossene Durchgangs- und Sacklöcher ohne separaten Aufbohrvorgang

6.1 Allgemeines

Die Vorform für das Kombinationswerkzeug ist ein handelsüblicher Gewindebohrer mit folgenden Daten:

- Werkstoff: HSS E
- Anschnitt: Form C für Grundlochgewinde
- Drallwinkel: 15°
- Drallrichtung: rechts
- Stollenzahl: 3
- Toleranzfeld: H6

Die vorgegossenen Kernlöcher, deren Geometrie in Bild 1 dargestellt ist, dürfen eine Konizität von maximal $1,3^\circ$ sowohl bei Sacklöchern als auch bei Durchgangslöchern nicht überschreiten.

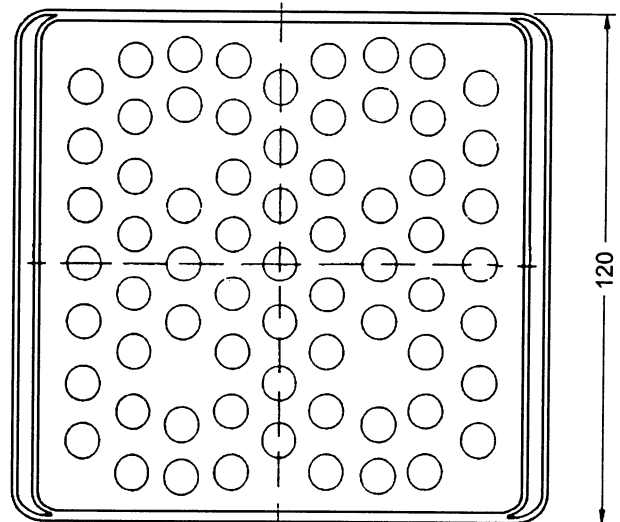
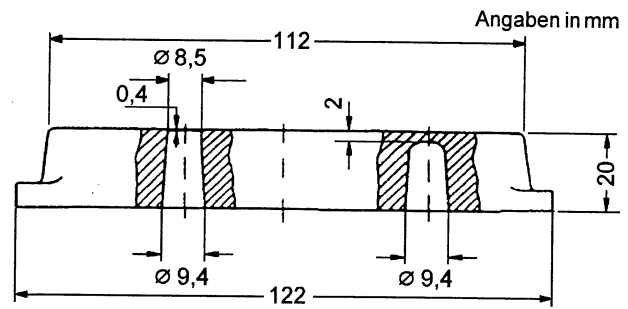


Bild 1: Probewerkstück mit Kernlochgeometrie

6.2 Anschliffgeometrie

Die Anschliffgeometrie des aufbohrenden Teils des Kombinationswerkzeuges ist in Bild 2 dargestellt.

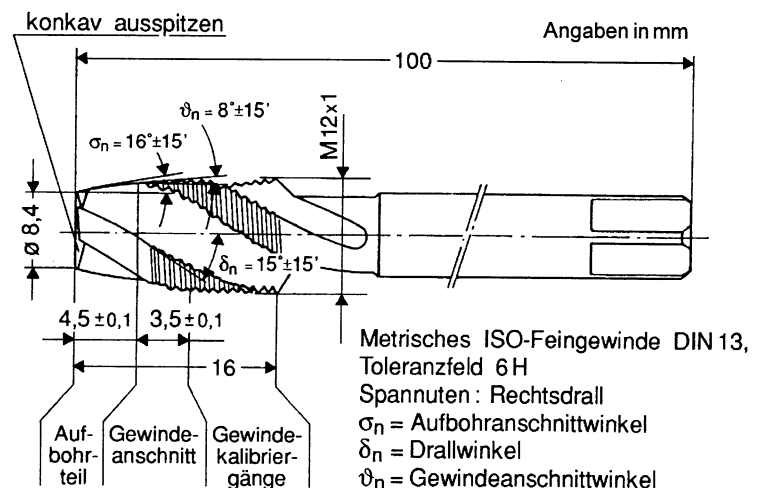


Bild 2: Anschliff des Aufbohrteils des Kombinationswerkzeuges (nicht maßstabgetreu)

Abgesehen vom aufbohrenden Teil bleibt das Ausgangswerkzeug unverändert.

Der Anschliff des Aufbohrteils kann mit Hilfe einer Universal - Werkzeugschleifmaschine mit Hinterschliffeinrichtung unter Verwendung einer Korundscheibe mit $v_c = 20$ m/s gefertigt werden.

Der Freiwinkel δ_n im Aufbohrteil (Aufbohrhinterschliff) beträgt $8^\circ \pm 15^\circ$.

Die konkave Ausspitzung des Werkzeuges ist nur bei der Variante "Durchgangsgewinde" erforderlich.

6.3 Schnittbedingungen

Sacklochgewinde: $v_c = 17$ m/min

Durchgangsgewinde: $v_c = 24$ m/min

Bohröl- Wasser- Emulsion 5%

7 Spanlose Herstellung von Innengewinden durch Gewindefurchen

7.1 Aufgebohrte Kernlöcher

Einfluß auf den Fertigungsprozeß haben beim Gewindefurchen die nachstehenden Faktoren, für die folgende Werte empfohlen werden:

- I Bohröl- Wasser- Emulsion 10%
- II Formgeschwindigkeit: $v_c = 30$ m/min
- III Vorbohrungsdurchmesser 4,6 mm für M5x0,5
7,37 mm für M8x1,25
11,5 mm für M12x1
- IV Werkzeug: gemäß DIN 371; TiN-beschichtet
- V Werkzeuggeometrien, die im Anschnitt einen gleichmäßigen, vielstufigen Werkstofffluß bewirken, sind als optimal anzusehen.

Anmerkungen:

- zu I Einer innerbetrieblichen Reduzierung der Kühlschmierstoffe auf möglichst wenige Spezifikationen ist in Bezug auf die Entsorgung bzw. Wiederaufbereitung dieser Abfälle eine höhere Priorität beizumessen als der Auswirkung spezieller Kühlschmierstoffe auf den Formprozeß. Mit Einschränkungen im Hinblick auf die Werkzeugstandzeit und die Gewindequalität ist auch eine Trockenbearbeitung im Einzelfall möglich.

- zu II Es ist eine möglichst hohe Geschwindigkeit anzustreben, wobei die Formgeschwindigkeit keinen entscheidenden Einfluß auf die Gewindequalität ausübt.

- zu III Die Größe des Vorbohrungsdurchmessers kann in guter Näherung mit der Faustformel

$$\text{Vorbohrungsdurchmesser} = \text{Nenn Durchmesser} - 0,5 \times \text{Steigung}$$

bestimmt werden.

- zu IV

und V Neben der Werkzeugbeschichtung und der Werkzeuggeometrie ist eine hohe Güte des Werkzeugenschliffes wesentlich für einen stabilen Formprozeß.

7.2 Vorgegossene Kernlöcher

Prinzipiell ist das Gewindefurchen in vorgegossene Kernlöcher möglich. Die Auslegung der Kernlochgeometrie muß folgenden Kriterien genügen:

1. Die aus gießtechnischen Gründen notwendige Konizität der Kernlöcher soll möglichst minimale Werte annehmen.
2. Der letzte Gang darf nicht vollständig ausgeformt werden.
3. Der erste Gang muß soweit ausgeformt werden, daß eine Schraube bei der Montage nicht in die Flankenkerbe eingeführt wird.

Minimal realisierbare Konuswinkel im Aluminium-Druckguß liegen im Bereich von $0,5^\circ - 1^\circ$. Für Gewindegrößen bis M12 sind unter diesen Randbedingungen Formtiefen von ca. $1,5 \times D$ erzielbar. Generell gilt aufgrund geometrischer Zusammenhänge, daß mit zunehmender Gewindegröße bzw. größer werdenden Konuswinkel die maximal mögliche Formtiefe abnimmt.

8 Vergleich Gewindeschneiden - Gewindefurchen

Gewindeschneiden und Gewindefurchen unterscheiden sich nicht nur in technologischer Hinsicht z.B. spanend /spanlos, sondern auch durch die erzielbare Qualität und Festigkeit der gefertigten Gewinde. Gefurchte Gewinde weisen in der Regel höhere Oberflächengüten und Festigkeiten auf. Der in der Kaltverfestigung begründete Festigkeitsanstieg beträgt 10 bis 15%. Durch den Einsatz TiN-beschichteter

Gewindefurcher wird die erzielbare Standmenge im Vergleich zu unbeschichteten Werkzeugen auf ca. 25000 Gewinde vervierfacht.; das entspricht jeweils dem fünffachen Wert eines Gewindebohrers.

9 Übertragbarkeit auf andere Bedingungen

9.1 Gewindegrößen

Verschiedene Werkzeughersteller bieten Gewindefurcher standardmäßig für Regelgewinde von M1x0,25 bis M 16x1,5, Feingewinde bis M 20x 1,5, Amerikanische Grob- und Feingewinde sowie für Rohrgewinde an. Das Angebot an Gewindebohrern umfaßt Gewindegrößen bis M 52. Eine Übertragbarkeit der Prozeßdatenempfehlungen auf diese Gewindegrößen ist möglich.

Bei der Übertragung der Geometrie des für das Gewinde M12x1 entwickelten Kombinationswerkzeuges auf kleinere Gewinde ist folgendes zu berücksichtigen:

- Die Belastung des Werkzeuges ist beim kombinierten Aufbohr/Gewindebohren trotz der optimierten Geometrie mehr als doppelt so hoch wie beim konventionellen Gewindebohren.
- Das als Ausgangsteil verwendete Werkzeug ist für den Anwendungsfall Titan ausgelegt. Aluminium hat eine um zweidrittel geringere Festigkeit als Titan, so daß das Werkzeug hier noch Festigkeitsreserven aufweist.
- Bei einer Verringerung des Werkzeugquerschnittes nimmt das Widerstandsmoment des Querschnittes mit der dritten Potenz des Durchmessers ab, das Moment dagegen verringert sich bei gleichbleibendem Spannungsquerschnitt proportional.

Bei einer Verringerung des Durchmessers muß bei der Auslegung des Werkzeuges folgendes beachtet werden:

- Die Winkel am Aufbohrteil müssen konstant bleiben.
- Der Anteil des Aufbohrteils und des Gewindeanschnittes an der gesamten Schneidteillänge muß konstant bleiben.
- Ebenso muß das Verhältnis von Kernlochdurchmesser zu Gewindegröße beibehalten werden.

Als untere Durchmessergränze wird M 6 empfohlen, jedoch können hier Stichversuche zeigen, ob auch Gewinde M 4 mit einem derartigen Werkzeug gefertigt werden können.

Bei einer Veränderung der Steigung ist zu beachten, daß eine Erhöhung der Steigung von 1 auf 1,5 eine Erhöhung des Vorschubes je Schneide von 0,33 mm auf 0,5 mm, also um ca. 50 %, bewirkt.

Ebenso wie nach einer Veränderung des Durchmessers sollten auch nach einer Veränderung der Steigung einige Vorversuche zur Beurteilung des Werkzeugverhaltens und der Gewindequalität erfolgen, bevor das Werkzeug in Serie eingesetzt wird.

9.2 Werkstoff

Die wirtschaftliche Herstellung von Innengewinden ist nicht auf die betrachtete Aluminium-Druckgußlegierung beschränkt. Generell muß bei höher siliziumhaltigen Legierungen mit erhöhten abrasiven Verschleiß gerechnet werden. Bei zum Kleben neigenden Gußwerkstoffen besteht die Möglichkeit, daß sich die Gewindequalität verschlechtert.