

!!! Diese Klausur ist nicht offiziell ausgeteilt worden, also nicht gerade dem Prof. unter die Nase halten !!!

Aufgabe 1 : (4P)

a)

Warum gelingt es mit Einlippenbohrern Löcher mit großem L/D-Verhältnis bei geringem Verlauf und hoher Bohrungswandqualität herzustellen und wieso ist dies mit konventionellen Wendelbohrern nicht möglich ?

b)

Welchen Vorteil hat das BTA-Verfahren gegenüber dem Einlippentieflochbohren ?

Aufgabe 2 : (7P)

a)

Im Sinne einfacher Späneentsorgung strebt man in der Zerspaltung üblicherweise kurz brechende Späne an. Durch welche Möglichkeiten lässt sich die Spanform beeinflussen ? Nennen sie 2 !

b)

Trotz der hohen Verschleißanfälligkeit gegenüber Hartmetallen haben HSS-Schneidstoffe in der Zerspaltung weiterhin große Bedeutung. Wann und warum setzt man heute HSS-Werkzeuge ein ?

c)

Welches sind die Hauptbestandteile der Hartmetalle ?

d)

Was versteht man unter Aufbauschneiden und warum möchte man die Aufbauschneidenbildung in der Zerspaltung vermeiden ?

e)

Durch welche Maßnahme lässt sich die Aufbauschneidenbildung vermeiden und welcher Effekt führt dabei zur Abnahme der Aufbauschneidenbildung ?

Aufgabe 3 : (12P)

Eine Durchgangsbohrung soll mit folgenden Schnittdaten von 10mm auf 20mm aufgebohrt werden.

Vorschub : 0,28 mm/U

Drehzahl des Bohrers : 320 U/min

Spitzenwinkel : 118°

Freiwinkel : 8°

a)

Berechnen sie die kleinste an den Hauptschneiden auftretende Schnittgeschwindigkeit.

- b)
Berechnen sie die Vorschubgeschwindigkeit des Bohrers.
- c)
Bestimmen sie die Spanungsbreite.
- d)
Bestimmen sie die Spanungsdicke.
- e)
Bestimmen sie den Wirkseitenfreiwinkel und prüfen sie ob die geplante Vorschubgeschwindigkeit zulässig ist.

Aufgabe 4 : (13P)

An geschmiedeten Zahnradrohlingen soll die Innenbohrung durch Räumen erzeugt werden. Die vorgeschmiedete Bohrung mit einem Durchmesser von 55mm soll auf 60mm vergrößert werden.

Welche Fertigungszeit ergibt sich pro Teil, wenn

- a)
jeweils 1 Zahnradrohling bearbeitet wird ?
- b)
jeweils 3 Zahnradrohlinge aufeinander gespannt bearbeitet werden ?

Länge der Bohrung im Rohling :	50mm
Schlichtvorschub :	0,004mm
Schruppvorschub :	0,05mm
Reservezähne :	5
Schlichtzähne :	10
Betrag der Verfahrgeschwindigkeit des Räumschlittens :	0,3 m/s
Spanraumzahl :	10

Die Nebenzeit zum Lösen und Klemmen des Werkzeuges und zum Werkstückwechsel und Anfahren des ersten Schruppzahns an das Werkstück betrage in beiden Fällen 3 s.

- c)
Um welchen Faktor steigt die maximale Durchzugkraft beim Übergang von Fall a) nach b) ?
- d)
Warum weisen Außenräumwerkzeuge keine Kalibrierzahnung auf ?

Aufgabe 5 : (11P)

Beim Flächenschleifen setzt man sowohl das Umfangs- als auch Stirnschleifen ein.

- In welchen Anwendungsfällen ist das Stirnschleifen von Vorteil ? Begründen sie ihre Entscheidung.
- In welchen Anwendungsfällen ist das Umfangsschleifen von Vorteil ? Begründen Sie Ihre Entscheidung.
- Was versteht man unter der „Härte“ einer Schleifscheibe ?
- Die Profilerzeugung bei Korundschleifscheiben wird meist mit Diamantschleifscheiben durchgeführt. Wie erzeugt man die Profile an Diamantschleifscheiben ?
- Was versteht man unter CD-Schleifen ?
- Warum schaltet man Schleifscheibenantriebe nach Arbeitsende üblicherweise nicht direkt ab, sondern lässt sie eine gewisse Zeit im Leerlauf weiterlaufen ?
- Warum können beim spitzenlosen Schleifen sehr enge Toleranzen eingehalten werden?

Aufgabe 6 : (8P)

Wieviele nutzbare Schneidkanten haben quadratische Wendeschneidplatten mit

- positiver Schneidengeometrie ?
- negativer Schneidengeometrie ?

Welchen Vor- und welchen Nachteil haben runde Wendeschneidplatten ?

Warum setzt man bei Kreissägeblättern in der Regel keine Wendeschneidplatten ein ?

Beim Stirnfräsen von Stahl mit Hartmetallwendeschneidplatten der Qualität HM-P-15 treten nach kurzer Zeit Querrisse an den HM-Wendeschneidplatten auf, bevor nennenswerter Freiflächenverschleiß erkennbar ist.

Welche Maßnahmen ergreifen Sie, um Abhilfe zu schaffen, ohne die Taktzeit zu verlängern ? Nennen Sie 2 Maßnahmen.

Aufgabe 7 : (7P)

a)

Ordnen Sie die folgenden Schneidstoffe nach der Größe der mit ihnen realisierbaren Spanwinkel (absteigende Reihenfolge).

Keramik - HSS - Hartmetall

b)

Begründen sie die gewählte Reihenfolge.

c)
Welchen Nachteil hat ein zu klein gewählter Freiwinkel ?

d)
Welchen Nachteil hat ein zu groß gewählter Freiwinkel ?

e)
Ordnen Sie die folgenden Schneidstoffe nach der Größe der wirtschaftlich möglichen Schnittgeschwindigkeit (abnehmende Reihenfolge).

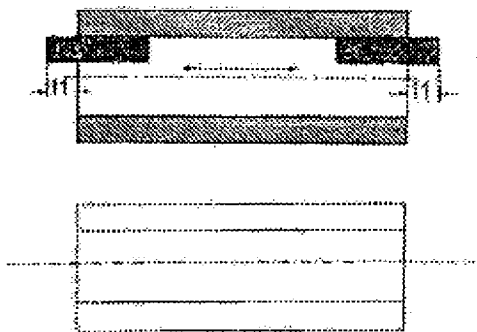
Keramik - HSS - Hartmetall

f)
Begründen Sie die gewählte Reihenfolge.

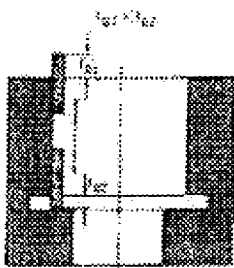
Aufgabe 8 : (6P)

a)
Wodurch unterscheiden sich – abgesehen von den Werkzeugen – die Fertigungsverfahren Schleifen und Honen ?

b)
Beim Honen zylindrischer Durchgangsbohrungen arbeitet man üblicherweise mit Überlängern der Honleisten von etwa $\frac{1}{3}$ Honleistenlänge. Skizzieren Sie die Bohrungskontur, die sich ergibt, wenn der Überlauf auf ca. $\frac{1}{6}$ der Honleistenlänge reduziert wird.

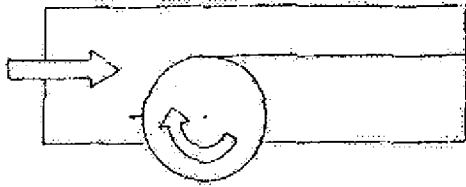


c)
Durch welche Maßnahme gelingt es, im Falle des dargestellten Beispiels einer abgesetzten Bohrung die Zylindrizitätsfehler beim Honen zu minimieren ?



Aufgabe 9 : (8P)

Ein Werkstück soll ähnlich der Skizze plangefräst werden.



Fräserdurchmesser :	80 mm
Einstellwinkel :	75°
Anzahl der Schneiden :	5
Schnittgeschwindigkeit :	120 m/min
Vorschubgeschwindigkeit :	380 mm/min
Schnitteingriff a_e :	50 mm
Schnitttiefe :	3 mm

a)

Berechnen Sie die Spanungsbreite.

b)

Bestimmen Sie die maximale Spanungsdicke ; tragen Sie in der Skizze ein, wo diese maximale Spanungsdicke auftritt.

c)

Wieviele Schneiden sind durchschnittlich im Eingriff ?

Aufgabe 10 : (8P)

Durch Wälzfräsen soll ein 40zähniges, geradverzahntes Zahnrad mit einem Teilkreisdurchmesser von 400mm hergestellt werden. Zum Einsatz kommt ein eingängiger Wälzfräser mit einem Wirkdurchmesser von 80mm. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 2m/s.

a)

Mit welcher Drehzahl muß das Werkrad rotieren ?

b)

Um welchen Winkel muß der Wälzfräser während der Bearbeitung zur Werkradachse geneigt werden ?

c)

Was versteht man unter dem Begriff „shiften“ bei der Zahnradherstellung ?

Aufgabe 11 : (8P)

Aus Zerspanungsuntersuchungen zur Ermittlung des Einflusses der Schnittgeschwindigkeit auf die Standzeit liegen folgende Ergebnisse vor :

Standzeit bei Schnittgeschwindigkeit von 5 m/s beträgt 20 min.

Standzeit bei Schnittgeschwindigkeit von 3 m/s beträgt 40 min.

Berechnen Sie die mögliche Standzeit für eine Schnittgeschwindigkeit von 1 m/s.

Formelsammlung

$$v_c \cdot T^{-1/k} = C \quad ; \quad T = T_{OK} = (-1 - k) \cdot \left(t_w + \frac{K_{WT}}{K_{ML}} \right)$$

$$F_c = b \cdot h^{1-mc} \cdot K_{cl,1}$$

$$K_F = K_{ML} \cdot \left(\frac{I_c}{C \cdot T^{\frac{1}{k}}} + t_n + t_v \right) + \frac{(t_w \cdot K_{ML} + K_{WT}) \cdot I_c}{C \cdot T^{1+\frac{1}{k}}}$$

$$t = 3 \cdot \sqrt{h \cdot l \cdot R}$$

Aufgabe 4

Die Stirnfläche einer Welle mit $D=400\text{mm}$ soll geplant werden.

Gegeben:

$$v_{c\max}=3\text{m/s}$$

$$f=0,2\text{mm/U}$$

a) Berechnen Sie die Hauptzeit für $n=\text{const.}$ und für $v_c=\text{const.}$

b) Berechnen Sie die Hauptzeit, wenn die Drehzahl $n_{\max}=1000\text{U/min}$ beträgt

a)

$n = \text{const.}$

$$t_h = \frac{l_f}{v_f} = \frac{r_a - r_i}{f \cdot n}$$

$$n = \frac{v_c}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{3000 \frac{\text{mm}}{\text{s}}}{2 \cdot \pi \cdot 200\text{mm}} = 2,39 \frac{\text{U}}{\text{s}}$$

$$t_h = \frac{200\text{mm}}{0,2 \frac{\text{mm}}{\text{U}} \cdot 2,39 \frac{\text{U}}{\text{s}}} = 418,4\text{s} \approx 7\text{min}$$

$v_c = \text{const.}$

$$t_h = \frac{\pi}{f \cdot v_c} \cdot (r_a^2 - r_i^2)$$

$$t_h = \frac{\pi}{0,2 \frac{\text{mm}}{\text{U}} \cdot 3000 \frac{\text{mm}}{\text{s}}} \cdot (200\text{mm})^2 = 209,4\text{s} = 3,5\text{min}$$

b)

Berechnung des Radius, bei dem $n=1000\text{U/min}$ erreicht wird

$$r = \frac{v_c}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{3000 \frac{\text{mm}}{\text{s}}}{2 \cdot \pi \cdot 16,67 \frac{1}{\text{s}}} = 28,65\text{mm}$$

Berechnung der Hauptzeit

$$t_h = t_{h1} + t_{h2}$$

$$t_{h1} = \frac{\pi}{f \cdot v_c} \cdot (r_a^2 - r_i^2) = \frac{\pi}{0,2 \frac{\text{mm}}{\text{U}} \cdot 3000 \frac{\text{mm}}{\text{s}}} \cdot ((200\text{mm})^2 - (28,65\text{mm})^2) = 205\text{s}$$

$$t_{h2} = \frac{r_a - r_i}{f \cdot n} = \frac{28,65\text{mm}}{0,2 \frac{\text{mm}}{\text{U}} \cdot 16,67 \frac{1}{\text{s}}} = 8,6\text{s}$$

$$t_h = 205\text{s} + 8,6\text{s} = 213,6\text{s}$$

Fräsen

Aufgabe 5

Schnittkräfte und Leistungen beim Fräsen

Ein Werkstück aus St52 soll durch mittiges Stirnfräsen bearbeitet werden.

Gegeben:

Fräserdurchmesser	$D=125\text{mm}$
Werkstückbreite	$b=100\text{mm}$
Vorschub pro Schneide	$f=0,2\text{mm}$
Schnitttiefe	$a_p=4\text{mm}$
Einstellwinkel	75°
Zähnezahl	1 bzw. 6
	$K_{c1.1}=1580 \text{ N/mm}^2$
	$M_c=0,27$

- Bestimmen Sie Eintritts-, Austritts-, und Eingriffswinkel
- Bestimmen Sie die maximale Schnittkraft

a)

Eintrittswinkel

$$\cos \varphi_1 = \frac{2 \cdot a_{e1}}{D} = \frac{2 \cdot \frac{b}{2}}{D} = \frac{2 \cdot \frac{100\text{mm}}{2}}{125\text{mm}} = 0,8 \Rightarrow \varphi_1 = 36,7^\circ$$

Austrittswinkel

$$\cos \varphi_2 = \frac{-2 \cdot a_{e2}}{D} = \frac{-2 \cdot \frac{b}{2}}{D} = \frac{-2 \cdot \frac{100\text{mm}}{2}}{125\text{mm}} = -0,8 \Rightarrow \varphi_2 = 143,3^\circ$$

Eingriffswinkel

$$\varphi_e = \varphi_2 - \varphi_1 = 143,3^\circ - 36,7^\circ = 106,6^\circ$$

b)

$$F_c = b \cdot h^{1-m_c} \cdot K_{c1.1}$$

$$h = f_z \cdot \sin \varphi \cdot \sin \chi$$

h ist maximal für $\varphi=90^\circ$, minimal für $\varphi=36,7^\circ$ oder $143,3^\circ$

$$F_{c,\max} = \frac{a_p}{\sin \chi} \cdot (f_z \cdot \sin \varphi \cdot \sin \chi)^{1-m_c} \cdot K_{c1.1} = \frac{4\text{mm}}{\sin 75^\circ} \cdot (0,2\text{mm} \cdot \sin 90^\circ \cdot \sin 75^\circ)^{1-0,27} \cdot 1580 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 1970\text{N}$$

$$F_{c,\min} = \frac{a_p}{\sin \chi} \cdot (f_z \cdot \sin \varphi \cdot \sin \chi)^{1-m_c} \cdot K_{c1.1} = \frac{4\text{mm}}{\sin 75^\circ} \cdot (0,2\text{mm} \cdot \sin 36,7^\circ \cdot \sin 75^\circ)^{1-0,27} \cdot 1580 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 1353\text{N}$$

Räumen

Aufgabe 7

In ein Werkstück aus CK45 soll eine Bohrung von Durchmesser 38mm auf $D=40\text{mm}$ geräumt werden. Die Länge der Bohrung beträgt 30mm.

Spanungsdicke beim Schrappen = 0,03mm

Spanungsdicke beim Schlichten = 0,004mm

Spanraumzahl $R = 17$

- Bestimmen Sie die erforderliche Teilung der Schrappzähne und die durchschnittlich im Eingriff befindlichen Schneiden.
- Wie groß ist die größte Durchzugskraft, wenn ein Sicherheitsfaktor von 1,4 eingerechnet und eine verschleißbedingte Krafterhöhung von 30% berücksichtigt werden soll? ($K_{c1,1}=1150 \text{ N/mm}^2$; $m_c=0,235$)
- Berechnen Sie die gesamte Zahnungslänge des Werkzeuges wenn 13 Schlichtzähne und 5 Reservezähne benötigt werden.

a)

$$t > 3 \cdot \sqrt{h \cdot l \cdot R} = 3 \cdot \sqrt{0,03\text{mm} \cdot 30\text{mm} \cdot 17} = 11,7\text{mm}$$

$$z_{ie} = \frac{l}{t} = \frac{30\text{mm}}{11,7\text{mm}} = 2,56 = 3$$

b)

$$F_c = b \cdot h^{1-m_c} \cdot k_{c1,1} \cdot z_{ie} = 40\text{mm} \cdot \pi \cdot 0,03^{1-0,235} \cdot 1150 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 3 = 29650\text{N}$$

$$F_{c,ges} = F_c \cdot 1,4 \cdot 1,3 = 53963\text{N}$$

c)

Dicke, die abgetragen werden muss

$$a = \frac{D-d}{2} = \frac{40\text{mm} - 38\text{mm}}{2} = 1\text{mm}$$

Dicke, die 13 Schlichtzähne abtragen

$$a_s = z_s \cdot h_s = 13 \cdot 0,004\text{mm} = 0,052$$

Damit ergibt sich die Anzahl der Schrappzähne zu:

$$a - a_s = h \cdot z \Rightarrow z = \frac{a - a_s}{h} = \frac{1\text{mm} - 0,052\text{mm}}{0,03\text{mm}} = 31,6 = 32$$

$$\text{Gesamtzähnezahl} = 32 + 13 + 5 = 50$$

Räumnadellänge

$$l = z \cdot t = 50 \cdot 11,7\text{mm} = 585\text{mm}$$

Aufgabe 6

Ermitteln Sie mit den Werten aus Aufgabe 5 die Schnittkraft in Abhängigkeit von der Mittenspannungsdicke und die dafür notwendige Spindelantriebsleistung bei $v_c=2\text{m/s}$.

$$F_{\text{cm,ges}} = \frac{z}{2 \cdot \pi} \cdot b \cdot f_z \cdot \sin \chi \cdot (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2) \cdot k_c(h_m)$$

$$h_m = \frac{180}{\pi \cdot \varphi_e} \cdot f_z \cdot \sin \chi \cdot (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2) = \frac{180}{\pi \cdot 106,6^\circ} \cdot 0,2\text{mm} \cdot \sin 75^\circ \cdot (\cos 37,6^\circ - \cos 143,3^\circ) = 0,166\text{m}$$

$$k_c(h_m) = k_{c1,1} \cdot h_m^{-m_c} = 1580 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0,166^{-0,27} = 2566 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_{\text{cm,ges}} = \frac{6}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{4\text{mm}}{\sin 75^\circ} \cdot 0,2\text{mm} \cdot \sin 75^\circ \cdot (\cos 37,6^\circ - \cos 143,3^\circ) \cdot 2566 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 3125\text{N}$$

$$P = F_{\text{cm,ges}} \cdot v_c$$

$$P = 3125\text{N} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 6250\text{W}$$