

Tentamen i Tillverkningsprocesser Z, MTT110

Datum: 10 Mars 2014

Tid/plats: 08:30-12:30, "Maskin"-salar

Examinator: Anders Kinnander, 031- 772 5828

Tentamensförfattare: (att ringa vid eventuella frågor):

Gjutning - Kenneth Hamberg (031-322 29 75)

Skärande bearbetning (teori) – Anders Kinnander (031- 772 5828)

Skärande bearbetning (räkneuppg.) – Gustav Holmqvist (0709393275)

Plastisk bearbetning inkl. klippning – Gustav Holmqvist (0709393275)

NC-teknik – Hans-Börje Oskarson (031- 772 5027)

Hjälpmedel: Typgodkänd kalkylator och det bifogade formelbladet (finns sist i tentamenstesen).

Betyg: Meddelas via LADOK-mail

Granskning: Granskningstillfällen anslås på kurshemsida.

Betygsgränser: betyg 3: 20 - 29,5p betyg 4: 30 - 39,5p betyg 5: 40 - 50,0p

Allmänna tentaanvisningar:

Det är DIN uppgift att visa den rättande läraren att Du förstått och behärskar kursinnehållet. Svara utförligt och motivera dina svar. Skriv tydligt!

Använd nytt blad för varje ny uppgift (ej för deluppgifter).

Lycka till!

1. Gjutning (6p) – INGÅR EJ 2015/16

Du är tekniker på ett gjuteri som har två processer, sandgjutning och pressgjutning (mindre maskin). En kund beställer 10 st. prototyper av en aluminiumlegering. De yttre måtten på komponenten uppskattas till 50*50*50 mm. (Den volym som komponenten upptar). Godstjockleken är 4 mm.

Vilken gjutmetod använder du? Du måste motivera ditt val ordentligt.

Lösningförslag:

Den korta serien visar klart på att den enda metoden är sandgjutning, alternativt använda skärande bearbetning (fräsning mm) för att tillverka detaljen från en solid "metallklump". Det senare beror på hur komplex geometrin är och blir förmodligen ett dyrt alternativ.

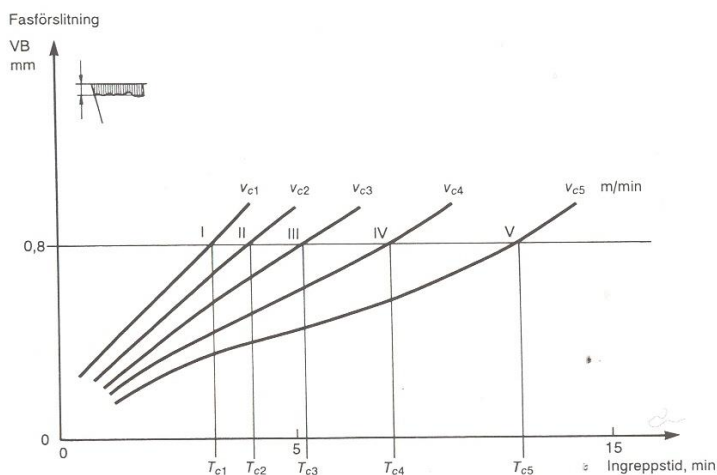
Personligen använder jag mig av sandgjutning då modellen lätt kan tillverka i plast eller trä i gjuteriets modellverkstad. En plastmodell tål att användas några hundra gånger innan den måste justeras.

2. Skärande bearbetning (10p)

- a) Taylor formulerade ett samband mellan verktygets skärhastighet och ingreppstid för att nå en viss fasförslitning, se formelsamlingen. Förklara hur proven utförs för att komma fram till detta samband. Rita två diagram varav det ena är sambandet mellan skärhastigheten och utslitningstiden och det andra den resulterande Taylorlinjen. (4p)

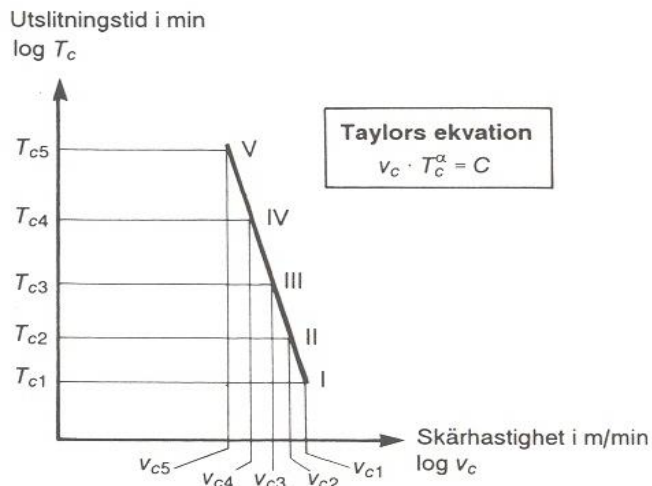
$$v_c \cdot T_c^{\alpha} = C = \text{Taylors ekv.}$$

Man gör ett "utslitningstest" där man mäter (oftast) fasförslitning VB efter olika ingreppstidertider, kanske efter 1, 2, 3,...15 minuter. Detta test upprepas för olika v_c . Man kan då plotta denna typ av graf:



Därefter väljer ut VB (ovan 0,8) då skär anses utslitna. Ger olika utslitningstid T_c för olika test.

Talparen v_{c1} , T_{c1} plottas enligt nedan och C och α kan bestämmas analytiskt eller grafiskt. (Teoretiskt räcker det med två tester och då två talpar för att kunna få fram dom två obekanta).



Figur 5.32 $v_c T_c$ -kurva och Taylors ekvation.

- b) Hur gör man för att komma fram till maximal spånverkningshastighet vid den valda utslitningstiden? Beakta enbart matningens inverkan. Rita ett diagram som anger Taylorlinjen för olika matningar samt ett sammanfattande spånverkningshastighetsdiagram vid den valda utslitningstiden. (4p)

INGÅR EJ 2015/16

- c) Vilka praktiska förhållanden påverkar de valda skärdata? (2p)

INGÅR EJ 2015/16

3. Skärande bearbetning – beräkning (8p)

En axel i stål med utgångsdiametern 40 mm svarvas med matningen 0,25 mm/varv och skärdjupet 2,5 mm. Ställvinkeln är 95°. Materialet har en specifik skärkraft som definieras av:

$$k_c = 800 + 300/h_D \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

- a) Beräkna vilket varvtal som ska ställas in på svarven om hela dess tillgängliga effekt ska utnyttjas. Motoreffekten är på 8 kW, svarvens verkningsgrad är $\eta=80\%$. (5p)
- b) Man vill på detaljen ha en ytjämnhet (teoretiskt R_y -värde) på max 10 μm . Bestäm lämplig nosradie på vändskäret. (2p)
- c) Hur lång tid skulle det ta att svarva en axel med längden 250 mm med ovanstående inställningar? Endast bearbetningstiden efterfrågas. (1p)

a) Varvtalet fås ur skärhastigheten

$$F.S. \Rightarrow v_c = \frac{60 \cdot P_c}{F_c}$$

$$P_c = P_m \cdot \eta = 6,4 \text{ kW} = 6400 \text{ W}$$

$$F_c = k_c \cdot A_D \quad A_D = f \cdot a_p$$

$$k_c = 800 + 300/h_D \quad h_D = f \sin \kappa = 0,25 \sin 95$$

$$\Rightarrow k_c = 2004,58$$

$$F_c = 2004,58 \cdot 0,25 \cdot 2,5 = 1252,9 \text{ N}$$

$$\Rightarrow v_c = \frac{60 \cdot 6400}{1252,9} = 306,5 \text{ m/min}$$

$$v_c = \pi \cdot D \cdot n \Rightarrow n = \frac{306,5 \text{ m/min}}{\pi \cdot 0,04 \text{ m}} = \underline{\underline{2439 \text{ rpm}}}$$

b) F.S. $R_y = \frac{f^2}{8 r_E} = 10 \mu\text{m} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

$$r_E = \frac{0,25^2}{8 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = \left(\frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} \right) = \underline{\underline{0,78 \text{ mm}}}$$

Dvs minst 0,78 mm r_E
(0,8 mm lämpligt)

c) $t_s = \frac{L}{f \cdot n} = \frac{250}{0,25 \cdot 2439} = \underline{\underline{0,41 \text{ min}}}$

4. Plastisk bearbetning (6p)

- a) Redogör för metoden strängpressning (extrusion). Diskutera funktionen, materialets deformation, verktyg och applikationer generellt. Notera vidare: Vad skiljer sig åt om man vill tillverka hålprofiler mot "öppna" (även kallade "massiva"). Vad innebär detta m a p kostnad? (4p)

Svar: Strängpressning: Ett ämne (typiskt i varmt tillstånd) läggs in i en container i en press och pressas genom en matris (verktyg=platta med öppning). Ämnet expanderar mot väggen i containern där det blir friktion. Materialet deformeras så att det bildas en dödzon mot verktygsingången som inte är konisk. Material pressas ut till en lång profil (viss sträckning förekommer). Applikationer: Aluminium är vanligt material. Al-Profiler används till mängder av applikationer, möbler, byggelement, kylflänsar, etc. Även rör (stål etc) förekommer mm. Hålprofiler görs genom att centrumdel i verktyget hålls fast med bryggor. Materialet splittas då upp i första delen i verktyget men svetsas/välls samman i sista delen. Fig typ 3.55 lämpligt. Verktyget väsentligt mer komplext (sammansatt). Verktyg för öppen profil är en platta med 2D-hål och rel. billig. (Enkla runda t ex rör strängpressas ofta enl fig 3.54 med dorn, ämnet har då hål, dvs är rörformat).

- b) Jämfört kort strängpressning med tråddragning med avseende på arbetet (energin). Vilka delar brukar arbetet vid plastisk bearbetning indelas i och är det någon eller några delar som typiskt har en högre/lägre andel vid strängpressning? (2p)

Svar: Idealt + Friktion + skjuv-arbete. Framförallt är skjuvarbetet större andel vid strängpressning speciellt då komplexa former görs även friktionsarbetet typiskt större andel (se ovan).

5. Klippande bearbetning (3p)

Hur ser en klippt yta ut? Förklara kort hur ytans olika zoner uppkommer (genom klippförloppet) och varför ytan därför ser ut som den gör. Du behöver inte ange korrekta beteckningar på ytzonerna i denna fråga.

Svar: Bild 4.7 i boken. Materialet böjs ner plastiskt innan sprickbildning sker. Av sprickbildning bildas brottytan (ojämn/prickig/skrovlig). Verktyget har normalt trängt in i materialet en bit men fortsätter nu neråt och blankzonen bildas. En grad bildas också mot det nedre skäret (dynan) i slutet då det ligger på en kraft nedåt pga friktion.

6. Plastisk bearbetning – beräkning (7p)

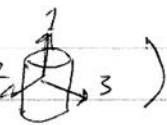
En detalj i stål som tillverkas med kallsmide ska ha diametern 60 mm och höjden 30 mm. Utgångsmålet är valsad stång med diametern 40 mm. Stången kapas till lämplig längd (dvs höjd) före smidningen. Friktionskoefficienten mellan arbetsstycke och verktyg är 0,2. Ludwicks ekvation för materialet kan tecknas:

$$k_f = 500 \phi^{0,3} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Beräkna:

a) Formändringen (dvs effektiva töjningen). (3p)

b) Erforderlig (dvs max) kraft. (4p)

a) h_0 såht för att beräkna ε_1 ($\phi = |\varepsilon_1|$) 

$$LKV \Rightarrow V = \frac{\pi D_0^2}{4} \cdot h_0 = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot h_1$$

$$h_0 = h_1 \cdot \frac{D_1^2}{D_0^2} = 30 \cdot \frac{60^2}{40^2} = 67,5 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \varepsilon_1 = \ln \frac{h_1}{h_0} = \ln \frac{30}{67,5} = -0,81 \Rightarrow \underline{\underline{\phi = 0,81}}$$

b) $F = p_m \cdot A$ $p_m = k_f \left(1 + \frac{2}{3} \mu \frac{r}{h}\right)$ (se F.S.)

$$k_f = 500 \cdot 0,81^{0,3} = 469,53 \text{ N/mm}^2$$

Max värde på F och p_m fås i slutet

$$p_m = 469,53 \left(1 + \frac{2}{3} \cdot 0,2 \cdot \frac{30}{30}\right) = 532,13 \text{ N/mm}^2$$

$$F = 532,13 \cdot \frac{\pi \cdot 60^2}{4} \approx \underline{\underline{1,5 \text{ MN}}}$$

7. NC-teknik (10p)

- a) Beskriv 3 tekniska fördelar som motiverar anskaffning av en femaxlig verktygsmaskin jämfört med en maskin med färre axlar. (6p)

Svar:

- Komplex geometri
 - Svårt att komma åt
 - Borroperationer i olika riktningar
- Noggrann bearbetning av krökt yta
- Minimera antal omspanningar – kompletteringsbearbetning
- Minimera antal olika verktyg

- b) Beskriv också två tekniska nackdelar som en femaxlig verktygsmaskin har jämfört med en maskin med färre axlar. (4p)

Svar:

- Fler axlar ger mindre bearbetningskub
- Fler axlar ger mindre styvhet hos maskinen
- Kräver bättre prestanda hos maskinen
- Mer komplicerat att programmera – Kräver CAM

Formelsamling 2014 - MTT110 Tillverkningsprocesser Z

Plastisk bearbetning

v.Mises flytkriterium: $k_f = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$

Flytvillkor: $k_f \geq \sigma_s$

Effektiv töjning: $\phi = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}$

Lagen om konstant volym: $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 0$

Speciella bearbetningsfall:

enaxlig dragning: $\sigma_1 = k_f \qquad \varepsilon_1 = \phi$

enaxlig stukning: $\sigma_1 = -k_f \qquad \varepsilon_1 = -\phi$

Arbete:

Specifika formändringsarbetet: $w = \int k_f d\phi = \frac{K\phi^{n+1}}{n+1}$

Formändringsarbetet: $W = V \int k_f d\phi$

Inverkan av friktion:

Stukning, rund kuts: $p_m = k_f \left(1 + \frac{2 \cdot \mu \cdot r}{3 \cdot h} \right)$

Skärande bearbetning

Skärhastighet: $v_c = \pi \cdot D \cdot n$

Skärkraft: $F_c = k_c \cdot A_D = k_c \cdot a_p \cdot f$

Specifik skärkraft: $k_c = \frac{F_c}{A_D} = k_1 + \frac{k_2}{h_D}$

Effektbehov svarvning: $P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60}$ $P_M = \frac{P_c}{\eta}$

Bearbetningstid: $t_s = \frac{L}{f \cdot n}$

Teoretisk ytjämnhet: $R_y = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon}$ [mm]

Avverkningshastighet fräsning: $Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{1000}$ [cm³/min]

Effektbehov fräsning: $P_{cm} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot k_{cm}}{60 \cdot 10^6}$ [kW] $P_{Mm} = \frac{P_{cm}}{\eta}$

Medelpåntjocklek **Valsfräsning:** $h_m = f_z \sqrt{\frac{a_e}{D}}$

Ändplansfräsning: $h_m = \frac{f_z \cdot a_e \cdot 360}{\pi \cdot D \cdot \omega_e} \sin \kappa$

Taylors ekvation, verktygslivslängd: $v_C \cdot T^\alpha = C$