Tentamen i Material- och tillverkningsteknik för M2, MPR095, lördagen den 5 maj 2020, em

Kortfattade lösningsförslag

Korrosion

1. Katodreaktionens utbytesströmtäthet (7 p)

Utbytesströmtätheten gäller i jämvikt, och korrosionsströmtätheten när det korroderar, men likafullt kan katodreaktionens utbytesströmtäthet påverka korrosionshastigheten på olika sätt. Du skall nu beskriva och förklara hur korrosionen förändras i några olika situationer.

a) I syrefattiga miljöer begränsas korrosionshastigheten av gränsströmtätheten, dvs transporten av syre till katodytan. Även om syrereduktionen kan vara snabbare på Pt än på Cu kan den inte vara snabbare än syretransporten till ytan. Korrosionshastigheten förändras ej.

b) Om utbytesströmtätheten sjunker bromsas katodreaktionen vid alla potentialer. Katodens jämviktspotential är den samma men i_o sjunker vilket syns som att katodkurvan skjuts åt vänster i ett polarisationsdiagram. Katodkurvan skar innan dess metallens polarisationskurva i passivområdet i ett polarisationsdiagram. Nu kommer den istället *(egentligen dessutom)* att skära anodkurvan i närheten av i_{krit} för metallen. Katodreaktionen är alltså inte längre snabb nog att upprätthålla passiveringen utan metallen angrips av gropfrätning.

c) Nu förskjuts katodkurvan åt höger, men om förskjutningen är liten kommer skärningen mellan anod och katod fortfarande att vara inom metallens passivområde. Metallen är då fortfarande passiverad, dvs. korrosions pågår med den försumbara hastigheten i_{pass}. Skulle förskjutningen vara stor kan skärningen komma i det transpassiva området.

2. Teori och praktik (6 p)

a) När tiden går bildas korrosionsprodukter som bromsar det fortsatta angreppet. På stål bildas någon form av rost som är måttligt skyddande men ändå bromsar. Många faktorer påverkar vilken ”rost” som bildas och hur skyddande den är.
Efter lång tid kan rosten vara så tjock att det blir ont om syre under delar av den och en typ av avlagringskorrosion uppstår där angreppet accelererar under fläckvisa sjok av tjock rost.

b) Detta är en situation med galvanisk korrosion. Areaförhållandet mellan anod och katod påverkar. Här har man en liten katod (Cu-niten) och en stor anod som i grunden inte behöver ge ett kraftigt angrepp, men om det är en tunn hinna vatten på ytan kommer jonledningen i elektrolyten att vara begränsad. Angreppet begränsas då till en liten aktiv anodyta nära niten och kan gå relativt snabbt.
En annan effekt vid galvanisk korrosion är att bildandet av bromsande korrosionsprodukter motverkas av att anod och katod sker på olika ytor

c) Även här påverkas korrosionen av korrosionsprodukterna som beror förutsättningarna för atmosfärisk korrosion. Fuktighet, smuts och föroreningar är viktiga parametrar, och även temperaturen inverkar. Korrosion uppstår om det finns en elektrolyt på ytan, och ju oftare det är fuktigt desto större del av tiden kommer det att kunna korrodera. Smuts och

föroreningar ka underlätta bildandet av elektrolyten genom att sänka gränsen för vilken relativ fuktighet som behövs för att den skall bildas. Föroreningar som svavel, klor och nitrösa gaser (NO_x) kan reagera och bilda salter på metallens yta. I vissa metall-miljökombinationer bildas vattenlösliga salter vilket kan förvärra angreppet markant.

3. Korrosionsskydd under lagring (3 p)

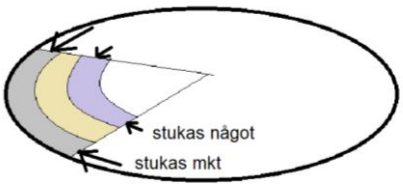
a) De fungerar inte eftersom det inte finns någon elektrolyt runt metallerna. Zn-anoden skulle göra nytta inom mindre än en mm från där den är monterad vilket är helt meningslöst.

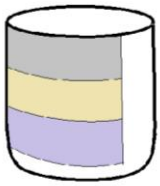
b) Olika sätt att sänka fuktigheten i lokalen, eller runt komponenterna, är effektiva. Man kan installera en lufttork som sänker fuktigheten i lokalen. Annars kan man lägga dem i slutna förpackningar och ha torkmedel i förpackningarna som drar till sig fukt.
Som temporärt korrosionsskydd kan olja in komponenterna, men det påverkar sannolikt den efterföljande ytbehandlingen.
Det finns även förpackningsmaterial som avger en gasformig inhibitor.

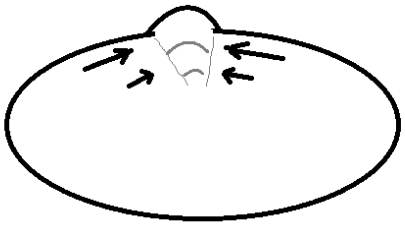
Plastisk och klippande bearbetning

4. Plåtformning - dragpressning (4 p)

a) Kan förklaras på olika sätt. Man kan utgå från teorin kring att materialet måste få plats in i koppen och därmed stukas, se nedan. Om inget eller för lite tillhållartryck håller emot ovanifrån kommer detta att kunna leda till veck. Kan även förklaras som att materialet p g a stukningen vill bli tjockare, men om det inte ligger på något tryck så kan denna ”vilja” att bli tjockare istället tas ut som veck (här – bilden till höger – bara ritat som ett veck, men dessa finns ju runt hela):







(2,5 p)

b) Eftersom materialet vid öronen dras ut är det logiskt att materialet där blir något tunnare i dessa områden p g a LKV. (Detta är alltså i andra riktningen mot ovanstående).



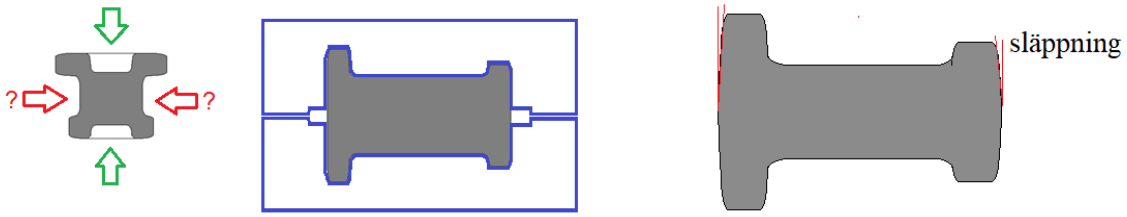
(1,5 p)

5. Smide (4 p)

Exempelsvar nedan – flera resonemang kan föras om man gör olika antaganden:

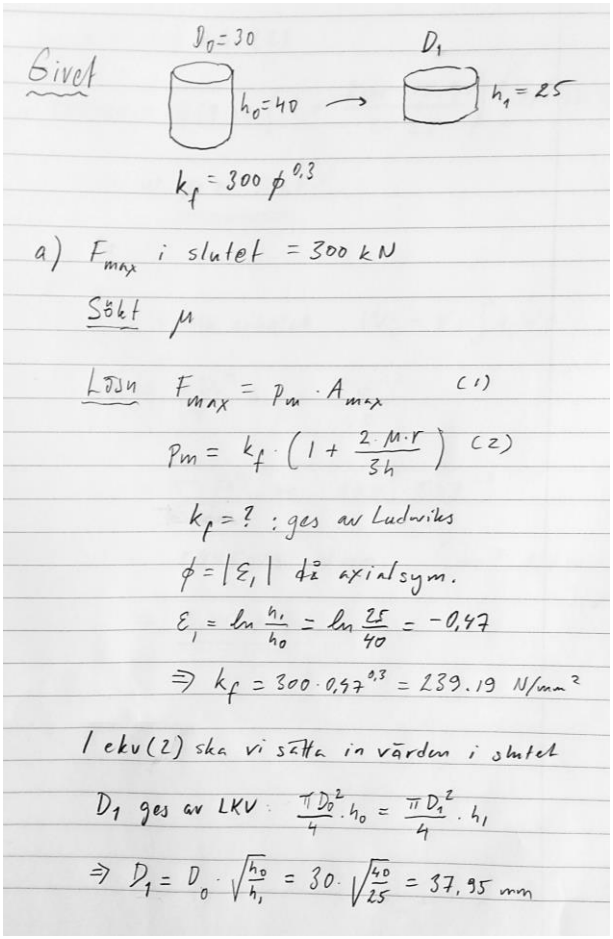
a) Detalj 1 är problematisk eftersom verktyg behöver komma åt från två håll, vilket inte är lätt med sänksmide då pressen verkar i en riktning. Dvs det skulle bli kraftigt fördyrande. Kan även uttryckas som att detaljen 1 har en underskärning. (Det går att föra resonemang om att man möjligen skulle kunna stuka ut den undre flänsen i ett separat, andra steg och kan man visa på detta och hur det trots allt kan vara möjligt är det ju bra, dock dyr lösning).

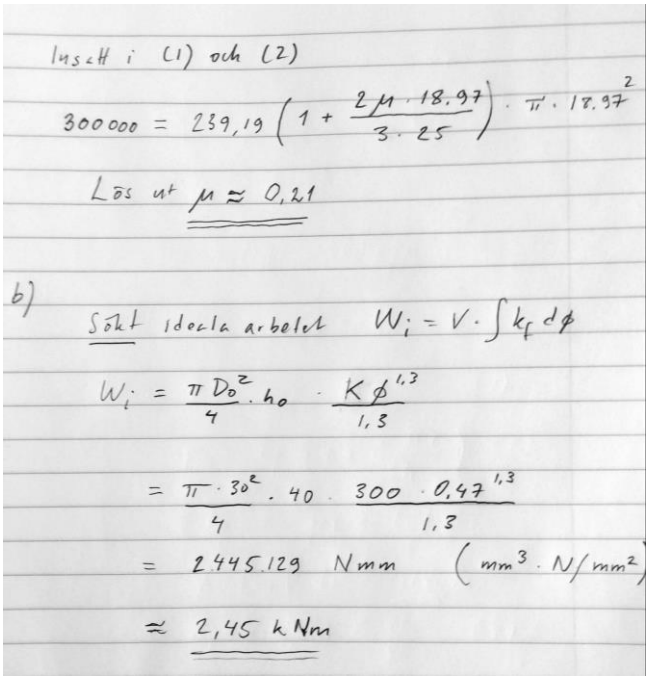
Detalj 2 är möjlig men krävs i princip att den smids tvärs axelns riktning. Här kan noteras att man lagt in släppning, se nedan, för att kunna separera verktyg/detalj:



b) Ja möjligt då man kan vända detaljen (1) fritt, så att röda pilarna ovan blir möjliga. Dock tidskrävande, många slag för att få rimligt noggrann rund detalj. (Kan nämnas antingen tidsaspekt eller noggrannhetsaspekten.)

6. Kallsmide av kutsar (5 p)





Skärande bearbetning

7. Verktygsmaterial (6 p)

Här finns många olika svar, se litteratur &/ slides, exempel på svar:

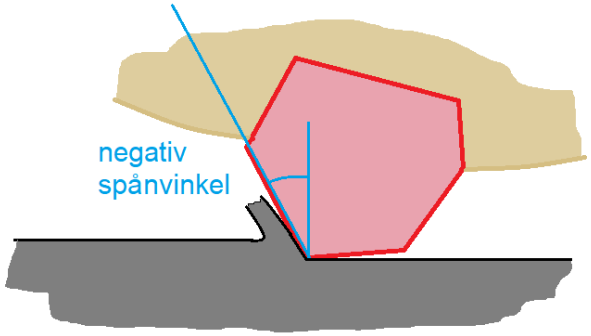
a) Varför man väljer att byta till en hårdmetall med högre andel WC (fortfarande hårdmetall alltså): Detta ger ett skär som visserligen tål mindre belastning men som håller skärpan bättre/längre och tål högre hastighet. Finsvarvning kan vara ett bra exempel på applikation. (2p)

b) Varför välja att byta från hårdmetall till snabbstål: Här ger bytet möjlighet att tåla högre belastning &/ minska rsik för t ex urflisning etc. Även; i många mjukare material är det ett fullgott material och då det är mkt billigare ett bra alternativt. (2 p)

c) Generellt tål keramik mer värmeutveckling vilket kan vara ett problem i vissa arbetsmaterial (låg värmeledning, hög deformation/hårdnande etc), då kan keramik leda till bättre/rimligare livslängd. (2 p)

8. Slipning (2 p)

Spånvinkeln varierar mellan olika korn men är ofta negativ eller kraftigt negativ. Korn som sitter i skivan kan beskrivas som trubbiga, dvs det trycker till viss del spånan framför sig. Resultatet blir i princip mer deformation vid spånbildningen och därmed högre energi &/ kraftbehov. Fig ej krav men kan hjälpa t ex:



9. Fräsning (5 p)

a) Formelsamling ger

$$P_{cm} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot k_{cm}}{60 \cdot 10^6}$$

v_f= f *n = 0,6*500=300 mm/min

P_{cm}=60 *25 *300*1800/60*10^6=13,5 kW

(Obs sätt in rätt enheter 60 mm, 25 mm, 500 mm/min och 1800 N/mm^2 och få ut i kW direkt)

Verkngrad ger Pm=**19,3 kW** 3p

b) $F_c=k_c*A_D$

$A_{D\,(max)}=a_p*f_z=60*\ 0{,}6/6=6\ mm^2$ (ja det blir en stor area…)

OBS Viktigt att man tar f_z som är en spånas maximala tjocklek fz=f/z

ger Fc=**10,8 kN** 2p

Gjutning

10. Gjutet vakuumsystem (6 p)

Ståls höga smälttemperatur gör att sandgjutning är mest lämpligt. Det blir dessutom absolut billigast före en liten serie.

Exempel på nackdelar:

- Det är en ojämn godstjocklek med tjockt gods i flänsarna och tunt i rörväggarna. Detta kan ge problem med sugningar och porer i flänsarna.

- Eftersom röres skall vara långa och tunnväggiga måste kärnorna placeras med mycket stor precision relativt resten av modellen.
  (Vid tillverkning av en sandkärna kärnan till rörets innerdiameter måste den antagligen vara konisk för att kunna dras ur modellen, men det måste inte vara en nackdel)

- Stål krymper mycket när det stelnar och kan slå sig så att konstruktionen blir skev.

- Flänsarnas måste bearbetas efter gjutning med hög ytjämnhet, speciella profiler och många hål. Det får göras på en stor komponent med varierande dimensioner. Detta är mycket enklare att göra på standardiserade ringar av stål som sedan svetsas på rörsektioner.

Exempel på vakuumtekniska problem är att gjutning ger en skrovlig yta som lätt blir kontaminerad, att defekter i materialet kan leda till läckor i vakuumsystemet och porer i flänsarna kan leda till läckor förbi tätningarna.

Svetsning

11. Svetsat vakuumsystem (2 p)

TIG-svetsning är en precisionsmetod som ger svetsar med hög kvalitet och få defekter. Rostfritt stål är känsligt för oxidation och skyddas väl av gasen i TIG-svetsning.

SVAR SKALL ALLTID FÖLJAS AV MOTIVERING

Plastisk bearbetning

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

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:

enaxligt spänningstillstånd: $\sigma_1 = k_f$

axialsymmetrisk deformation: $\phi = |\varepsilon_1|$

plan deformation: $\sigma_1 = \frac{2}{\sqrt{3}}\cdot k_f$ $\phi = \frac{2}{\sqrt{3}}\cdot|\varepsilon_1|$

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

Skärande bearbetning

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

Skärkraft: $F_c = k_c\cdot A_D$ **Vid svarvning:** $F_c = k_c\cdot a_p\cdot f$

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

Nominell spåntjocklek: $h_D = f\cdot\sin\kappa_o$

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

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

Matningshastighet: $v_f = f\cdot n$

Teoretisk ytjämnhet: $R_y(=R_t) = \frac{f^2}{8\cdot r_\varepsilon}$ [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] $P_{Mm} = \frac{P_{cm}}{\eta}$

Medelspåntjocklek 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: $v_c\cdot T_c^{\ \alpha} = C$

Ekonomisk utslitningstid:

$T_{CE} = \left(\frac{1}{\alpha}-1\right)\cdot\left(\frac{60K_v}{K_M}\right)$

Utslitningstid, maximal produktionshastighet:

$T_{CM} = \left(\frac{1}{\alpha}-1\right)\cdot t_b$

K_M	Maskintimkostnaden (sek/h)
K_V	Verktygskostnad (sek/skäregg)
Tc	Verktygslivslängd (min)

Verktygskostnad:

$K_v = A_e + t_b\frac{K_m}{60}$

A_e	Anskaffningskostnad för verktyg (sek/egg)
t_b	Bytestiden för skäregg (min)