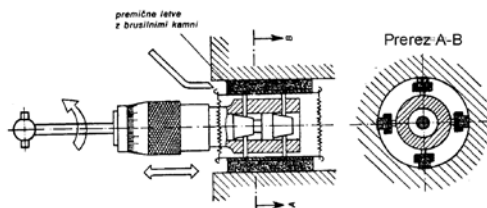


M4 – OG2 - Obdelava gradiv

34. Opredelite značilnosti postopkov odrezovanja in odnašanja, naštejete postopke ter opišite njihov pomen v proizvodnji.
Odgovori
<p>Odrezovanje je postopek oziroma način obdelave, pri katerem od začetnega kosa materiala (obdelovanca) odrežemo posamezne delce (odrezke), da dobimo željeno obliko (izdelek).</p> <p>V ta namen uporabimo orodje, ki ima v osnovi obliko klina, ki ga pri obdelavi potiskamo v robni sloj obdelovanca. Pri tem iz tega sloja ločujemo delce, ki se deformirajo v odrezke. Masa osnovnega materiala se pri tem zmanjšuje, odrezani delci pa so neuporabni.</p> <p>Sam postopek odrezovanja zagotavlja razmeroma veliko natančnost in dobro kvaliteto obdelane površine. To je seveda odvisno od samega načina dela oziroma postopka, katerih pa je več vrst, ki se med seboj razlikujejo, tako po natančnosti kot tudi kvaliteti obdelane površine.</p>
<p>Postopki ODNAŠANJA so novejši načini obdelave, ki so bili razviti pri iskanju, kako izdelovati oblike, ki jih z postopki odrezovanja ni bilo mogoče izdelati. To se nanaša tako na zahtevnost oblik obdelave, kot tudi glede lastnosti obdelovanih materialov, ki so se odrezovanju upirali na način, da taka obdelava sploh ni bila mogoča.</p> <p>Pri postopkih odnašanja, deluje na obdelovanec neposredno energija, ki s površine odnaša majhne delce, vse do željenih oblik izdelka. Sama poraba energije, je glede na količino odstranjenega materiala večja, kot pa je to pri odrezovanju. Postopki pa omogočajo vrsto prednosti pri oblikovanju.</p> <p>Tudi tu se količina materiala pri izdelku manjša od začetne uporabljene količine, ker pa je razlika zelo majhna, lahko govorimo o fini obdelavi.</p>
<p>Glede na vrsto energije, ki služi za izvedbo procesa dela, razlikujemo različne postopke odnašanja. Med seboj se le ti razlikujejo tudi po načinu odstranjevanja delcev s površine. Če jih naštejemo:</p> <p>Postopki odnašanja z uporabo mehanske energije:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Obdelava z vodnim curkom (rezanje) <p>Postopki odnašanja z uporabo električne energije:</p> <ol style="list-style-type: none">2. Elektroerozijska obdelava (grezenje, rezanje, brušenje) <p>Postopki odnašanja z uporabo kemične energije:</p> <ol style="list-style-type: none">3. Elektrokemična obdelava z in brez zunanega izvora energije (elektrolitski postopki in jedkanje)4. Toplotnokemična obdelava (plamensko rezanje) <p>Postopki odnašanja z uporabo toplotne energije:</p> <ol style="list-style-type: none">5. Obdelava s plazmo <p>Postopki odnašanja z uporabo energije žarkov:</p> <ol style="list-style-type: none">6. Obdelava z elektronskimi žarki7. Obdelava z laserskimi žarki <p>Postopki zahtevajo razmeroma drage naprave in opremo, so energetske intenzivni in dragi, nekateri pa tudi ekološko problematični.</p>
<p>Nekateri postopki to omogočajo z neposrednim delovanjem (postopki z uporabo mehanske energije), pri drugih pa zaradi delovanja energije (postopki z uporabo električne, kemične, toplotne energije in energije žarkov), na površini obdelovanca nastajajo visoke temperature, ki material raztapljajo oziroma celo uparjajo. Kot takega ga v nadaljevanju odstranjujemo mehansko. Za uspešno delo, je mogoče kombinirati posamezne postopke odnašanja med seboj (elektrokemična obdelava) ali pa celo kombinirati nekatere postopke odnašanja z postopki odrezovanja (brušenja in elektrokemična obdelava, honanje in elektroerozija).</p> <p>Uporabnost postopkov v proizvodnji, velja predvsem zaradi naslednjih prednosti:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Obdelavo oblik, ki jih drugače ni mogoče izdelati (zahtevne oblike, majhne dimenzije, trdi materiali)2. Obdelavo z neznatnimi silami, kar omogoča izdelavo zelo tankih predmetov3. Večinoma pri obdelavi s temi postopki ne nastajajo notranje napetosti v materialu4. Na površini obdelovanca največkrat ne prihaja do sprememb strukture materiala.
Skupaj točk

35. Opišite postopek honanja, njegovo uporabo, vrste orodij in izbiro parametrov.

Odgovor:



Primer honanja luknje

Glavne značilnosti: Honanje je podoben brušenju. Honamo luknje, čepe, gredi in druge dele. Na ta način izboljšamo površino in drsne ploskve, lahko pa izdelamo tudi zelo kvalitetne tesne ali drsne priloge dveh delov.

Uporabnost: Honanje je obdelava, ki je bila prvotno namenjena obdelavi valjev motorjev z notranjim izgorevanjem. Sledi, ki pri obdelavi nastanejo, morajo omogočiti mazalne lastnosti in sorazmerno majhno hrapavost površine. Podobno velja tudi za obdelavo drugih drsnih elementov, kot so drsni ležaji, vodilne letve ipd.

Postopek izvajamo na posebnih strojih za honanje ali pa na vrtilnih strojih, ki se vrtijo počasi. Honamo lahko tudi vodoravno na stružnici ali pa na frezalnem stroju. Pri samem postoku je potrebno dovajati hladilno sredstvo, če naj bo obdelava ustrezna.

Orodje: Sestavljeno je iz brusnih kamnov, ki so zalepljeni v posamezne brusne letve, ki so premične, da jih lahko nastavljamo za delo. Bruse pristavljamo le za nekaj mikronov, hidravlično ali pa ročno, pač glede na velikost orodja. Sestava in vezivo sta zelo pomembna glede na vrsto mmateriala, ki ga obdelujemo. Vezivo je lahko iz umetnih smol ali pa je keramično. Za grobo honanje je zrno 80 do 180, za srednje 220 do 230 in za fino 400 do 600.

Parametri: Podajanje pri honanju je večje kot pri brušenju (5 do 15 m/min), medtem ko je obodna hitrost manjša kot pri brušenju (celo 10 krat manjša), pristavljanje pa je zelo majhno, komaj nekaj mikronov. Glede na to, da se za razliko od brusa, orodje dotika obdelovanca s skoraj 1/3 površine (pri brušenju le ravna črta), so obdelovalni časi zelo kratki. Izdelana natančnost pri honanju je od 0,002 do 0,015 mm, hrapavost površine pa 0,25 do 0,8 mikrona Ra.

Skupaj točk

36. Primerjajte postopek lepanja s poliranjem. Naštejte vrste past, nosilce orodja ter njuno uporabo.

Odgovor:

Glavne značilnosti: Lepanje je postopek fine obdelave pri katerem obdelovanec in orodje-lepalna površina, drsita drug po drugem ob stalnem menjavanju smeri gibanja. Pri obdelavi vstavljamo med površini pasto za lepanje.

Pasto nanese med obdelovanec in lepalno ploščo, ki tudi ustvarja delovni pritisk. Najprej lepamo z grobimi pastami (korund), pred nadaljevanjem dela s finejšimi pastami (kromov oksid, diamantni prah), pa je treba površino očistiti (oprati) in šele nato ponovno nanesti pasto. Mnogokrat zamenjamo pred tem tudi orodje.

Orodja za lepanje izbiramo glede na vrsto površin izdelkov, ki jih želimo obdelati. Pri delu uporabljamo razne trne, objemke ali pa plošče za lepanje.

Uporabnost: Z lepanjem odpravljamo napake v površini obdelovanca, ki so nastale pri poprejšnjih mehanskih ali pa tudi toplotnih obdelavah posameznih izdelkov. Izdelke po toplotni obdelavi običajno brusimo, zunanji sloj, ki je zelo tanek (manj kot 0,001 mm, pa se običajno zaradi segrevanja obdelovanca pri tem, pokvari. To napako v zunanjem sloju, lahko odpravimo le z lepanjem, ker se pri postopku obdelave površine, le ta ne segreje ponovno.

Z lepanjem lahko izdelamo zelo natančne površine s paralelnostjo $\pm 0,001$ mm oziroma tolerance mejne mere $\pm 0,005$ oziroma celo $\pm 0,0002$ mm in zrcalno gladke površine.

Lepamo zunanje in notranje površine, ki so lahko ravne ali valjaste.

Skupaj točk

37. Opišite postopek superfiniš in navedite možnosti njegove uporabe.

Odgovor:

Glavne značilnosti: Superfiniš je pravzaprav posebna oblika honanja, ki se ga v glavnem uporablja za obdelavo zunanjih valjastih površin. Na ta način obdelujemo tiste obdelovance, ki morajo imeti najkvalitetnejšo površino in obliko npr. vse ploskve gredi, ki se vrtijo v drsnih ležajih, bate motorjev z notranjim zgorevanjem...



Brusne segmente s fino zrnatostjo in gosto strukturo pritiskamo na obdelovanec s stisnjenim zrakom. Pri tem orodje opravlja gibanja, ki so značilna za honanje, dodatno pa še niha v aksialni smeri (od 1 do 10 mm) s frekvencami od 3,3 do 35 Hz. Kvaliteta obdelane površine je izredna ($R_{\max} = 0,2$ do $0,4$ mm). Poleg izredne gladkosti površine je odlična tudi struktura obdelovanca na površini, ki ostane praktično nedotaknjena.

Uporabnost: V primerih ko je potrebno na zunanji površini dobiti izredno fino površino in kjer površina ne sme biti termično poškodovana.

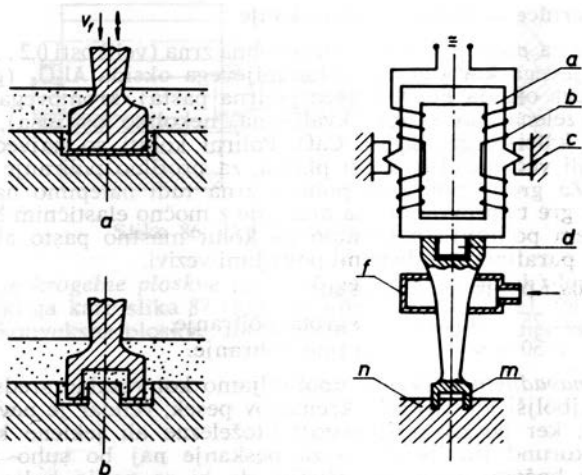
Skupaj točk

38. Opišite ultrazvočno obdelavo, orodja, parametre, naprave in uporabnost tega postopka.

Odgovor:

Proces temelji na erozivnem delovanju, ki ga pod vplivom visokofrekvenčnih mehaničnih nihanj orodja povzročajo majhni, zelo trdi in ostrorobi kristalčki brusilnega sredstva (v prostoru med orodjem in obdelovancem). Orodje lahko izdolbe v obdelovancu obliko, ki natanko ustreza njegovemu profilu. Obdelava je možna pri najtrših in krhkih materialih. Pomembno je tudi dejstvo, da lahko obdelujemo neprevodne materiale. Med drugim obdelujemo steklo, keramiko,

kamen



Slika 88. Ultrazvočna obdelava in vrtalna glava: *a* – predmagnetizirano magnetostruktivno jedro, *b* – navitje, *c* – pritrditev, *d* – navoj na jedru, *f* – plašč za dovod tekočine z brusilnim sredstvom, *m* – orodje, *n* – obdelovanec

Parametri: Frekvenca nihanja orodja (sonotroda) je navadno med 20 in 30 kHz. Moč generatorja je večinoma okoli 600 W, od tega pride na konec orodja od 100 do 300 W. To je odvisno od velikosti podaljška (sonotroda) in orodja. Pri ožajoči se sonotrodi je na koncu gostota energije do 500 W/cm². Zaradi velike gostote energije je potrebno haljenje procesa. Amplitude so do 0,1 mm.

Stroji oz. naprave: Naprava za ultrazvočno obdelavo je sestavljena iz električnega in mehanskega dela. Električni del sestavlja predvsem visokofrekvenčni generator za napajanje ultrazvočne glave v posebni kaseti. Mehanski del sestavlja delovna miza, akustična glava z vodilom in mehanizmom za pristavljanje, kot tudi naprava za pretok suspenzije brusnega sredstva. Vreteno skupaj z prilotano sonotrodo (trdo lotano), je v glavo privijačeno, podajanje pa je izvedeno preko vzmeti, da je omogočen rahel pritisk orodja na površino obdelovanca.

Orodje: Pri postopku gre za čelno in bočno odstranjevanje delcev materiala iz površine obdelovanca. Sonotroda ima osnovno obliko izdelka. Imamo jo za pomožno orodje, kot je to slučaj pri lepanju. Orodje, ki obdeluje ustrezno obliko izdelka so nedvomno brusna zrnca, katera vnašamo v področje obdelave skozi ustrezno oblikovano šobo. Največkrat gre za silicijev karbid. Boljši, vendar dražji je borov karbid, v izjemnih slučajih pa uporabljamo še veliko dražja diamantna zrna. Zrnatost sredstva je okoli 220.

Uporabnost postopka: Ultrazvočno obdelavo uporabljamo največkrat za vrtanje in grezenje (Slika 88 a). Pri večjih dimenzijah izvrtin pospešimo delo zako, da puščamo v sredini jedro (Slika 88 b). Obdelujemo zelo trde in neprevodne materiale.

Skupaj točk

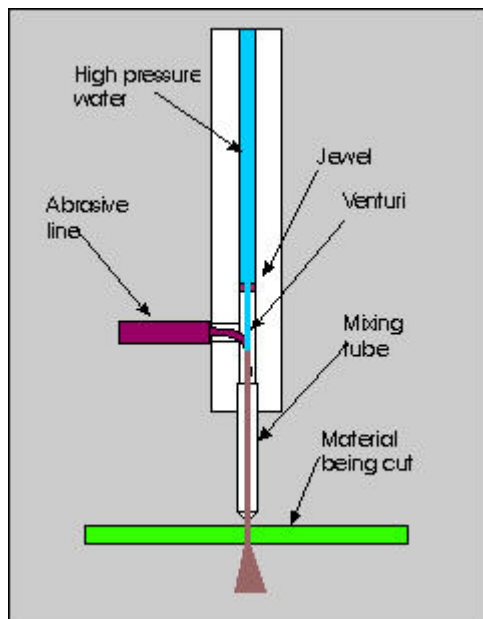
39. Naštete postopke obdelave z odnašanjem materiala in opišite njihove posebnosti.

Odgovor:

Obdelava z abrazivnim vodnim curkom

Tlačna (potencialna) energija vode preide v kinetično energijo (Bernoulli). V mešalni komori se toku vode primešajo abrazivna zrna (Venturi). Del kinetične energije vodnega curka se porabi za pospeševanje abraziva, tako da nastane visokohitrostni tok fluida (voda+abraziv). Curek fluida udarja z veliko hitrostjo na obdelovanec, pri čemer voda

deluje na pore v materialu, medtem ko abraziv plastično deformira in lomi material. Podajalno gibanje opravlja glava abrazivnega curka.



PREDNOSTI:

- velike možnosti avtomatizacije procesa (NC, CNC).
- na obdelovancu ni toplotno prizadete cone.
- minimalne obremenitve materiala.
- ekološko neobremenjujoč postopek.
- primeren za majhne serije kompliciranih oblik.
- preprosto pozicioniranje in vpenjanje obdelovanca (kratki časi priprave na obdelavo).
- ni obrabe orodja (abrazivni curek).

POMANKLJIVOSTI:

- visoka cena obdelave.
- izdelava le 2D oblik.
- slabo poznavanje procesa obdelave.

PODROČJA UPORABE:

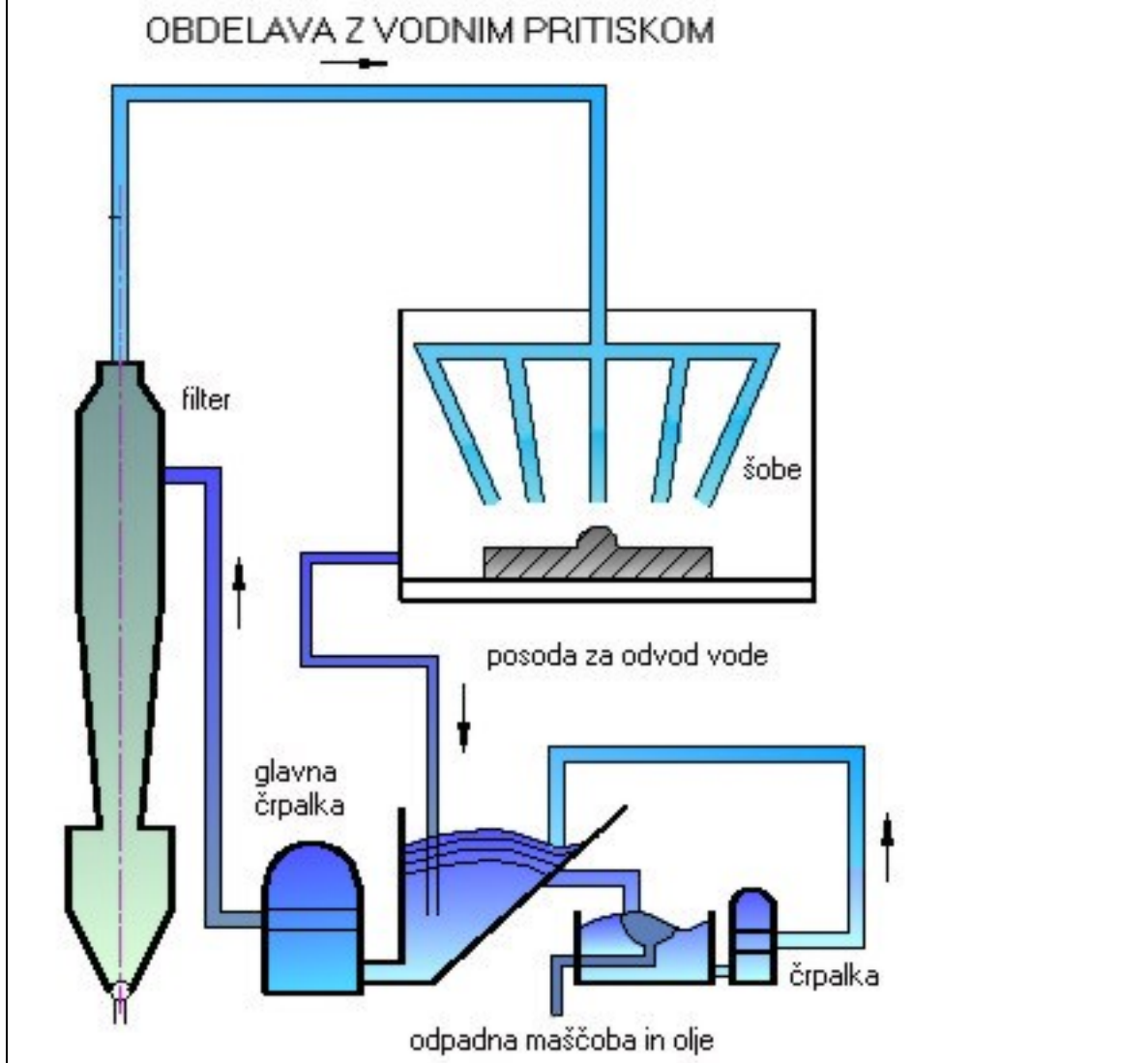
Poleg uporabe v kovinopredelovalni industriji se uporablja v prehrambeni industriji in v zadnjem času kot nadomestilo LASER-ja v medicini. Z AWJ se lahko obdeluje praktično

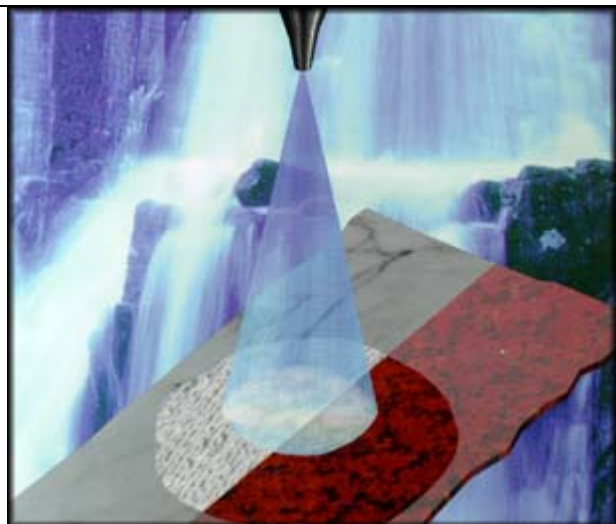
vse materiale (kovine in njihove zlitine, kamen, les, steklo, umetne mase, ...).

OBDELAVA Z VODNIM PRITISKOM (WJM)

Obdelava z vodnim pritiskom je nizekotlačna hidrodinamična obdelava. Značilnost postopka ni velik pritisk, pač pa velik volumen vode. Uporabljamo jo za zunanje čiščenje, nuklearno dekontaminacijo, prečiščevanje pribora za hrano, odmaščevanje, za matiranje površin... Predvsem pa je primerna za čiščenje velikih površin.

V nekaterih primerih delovni tekočini za pospešeno obdelavo dodajo še brusni material. Na ta način dobimo tipično čisto svetlo površino. Med obdelavo se gibljejo šobe ali obdelovanec, da tekočina doseže vsa skrita mesta.





Skupaj točk

40. Opišite elektroerozijsko obdelavo, orodja, parametre in uporabnost tega postopka. Primerjajte jo z elektrokemično obdelavo.

Odgovor:

Elektroerozijska obdelava

Je postopek kombinirane elektro-toplotne obdelave električno prevodnega materiala.

Ločimo:

1. Obdelavo z električnim oblokom
2. Obdelavo z iskrenjem

Obdelava z električnim oblokom pomeni odnašanje materiala z zaporednimi stacionarnimi obloki pri napetostih manjših od 20V. Nima večjega pomena za strojništvo.

Obdelava z iskrenjem pa je odnašanje materiala s časovno ločenimi iskrami pri napetostih, večjih od 20V.

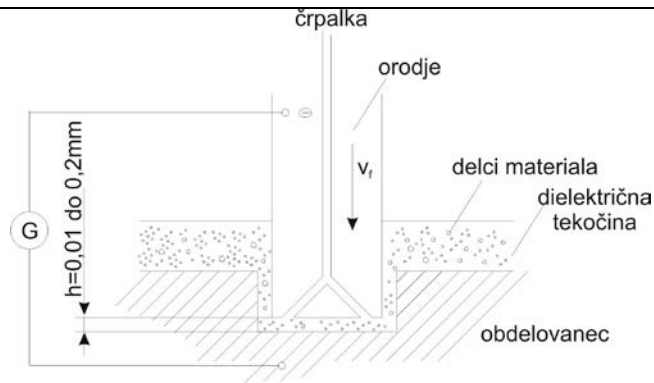
Zaradi velike koncentracije energije pride do segrevanje materiala na 6000°C do 11000°C pri čemer se obe elektrodi porabljata (elektroda in obdelovanec). Na obdelavo vplivajo naslednji parametri obdelave:

- Jakost toka
- Trajanje impulza
- frekvenca impulzov; 100-300Hz groba obdelava, 1000-100000Hz fina obdelava

Razelektrenja omogočajo generatorji, ki delujejo na različne načine:

- Relaksacijski način, je način kjer s pomočjo enega stikala napolnimo kondenzator v primarnem tokokrogu, s pomočjo drugega pa ga izpraznimo v sekundarnem tokokrogu. Slabost je v povratnih el. sunkih
- Impulzni način, je način brez kondenzatorja, kjer prekinjalo spušča tok iz generatorja na obe elektrodi.

Do ločevanja materiala pride zaradi skin in pinch efekta (potovanje iskre na rob in sredino elektrode). Velika koncentracija el. toka povzroča eksplozijsko uparjanje materiala.



Elektrode so iz: sintrana zlitina Cu-C, elektrografita, bakra, medi, brona, sive litine, jekla, volframa, karbidne trdine. Kot dielektrično tekočino uporabljamo mineralna in sintetična olja.

Uporaba

elektroerozijo lahko delimo na različne postopke obdelave, ki jih navadno poimenujemo po postopkih odrezavanja s podobno obliko orodja ali podobno kinematiko



elektroerozijsko vrtanje označujemo dva postopka: vrtanje prehodnih izvrtin, ki so lahko neokrogle, ravne ali vijajne in graviranje vdolbin poljubne oblike. Obdelava lahko poteka v polno ali v predoblikovano izvrtino.

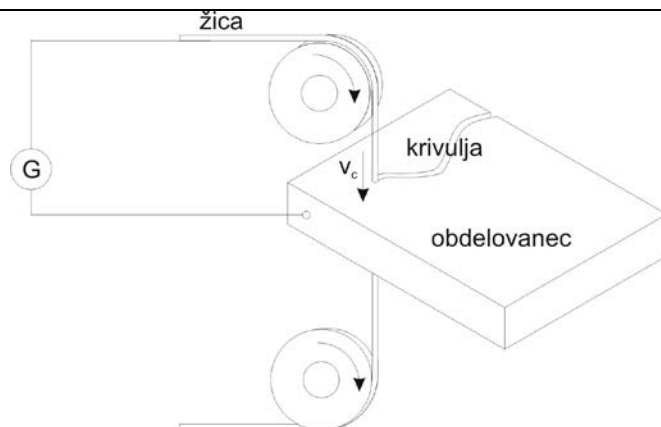
elektroerozijsko grezenje je zelo podobno elektroerozijskemu vrtanju, le da je v praksi zelo težko s kakšnim drugim postopkom poprej izdelati ustrezno vdolbino.

Elektroerozijsko rezanje lahko delimo na:

Rezanje z listom

Rezanje z vrtečo ploščo

Rezanje z žico (žična erozija); s tem postopkom režemo po krivulji s čimer lahko izdelamo poljubno krivuljo.



Elektroerozijsko brušenje ima majhno uporabno vrednost.

Postopki elektroerozije se uporabljajo za izdelavo orodij za kovanje, rezanje, litje in stiskanje. Še večjo uporabo omejuje prevelika poraba električne energije in sorazmerno drage naprave.

Skupaj točk

41. Opišite obdelavo z žarki, vrste žarkov, naprave in uporabnost teh postopkov.

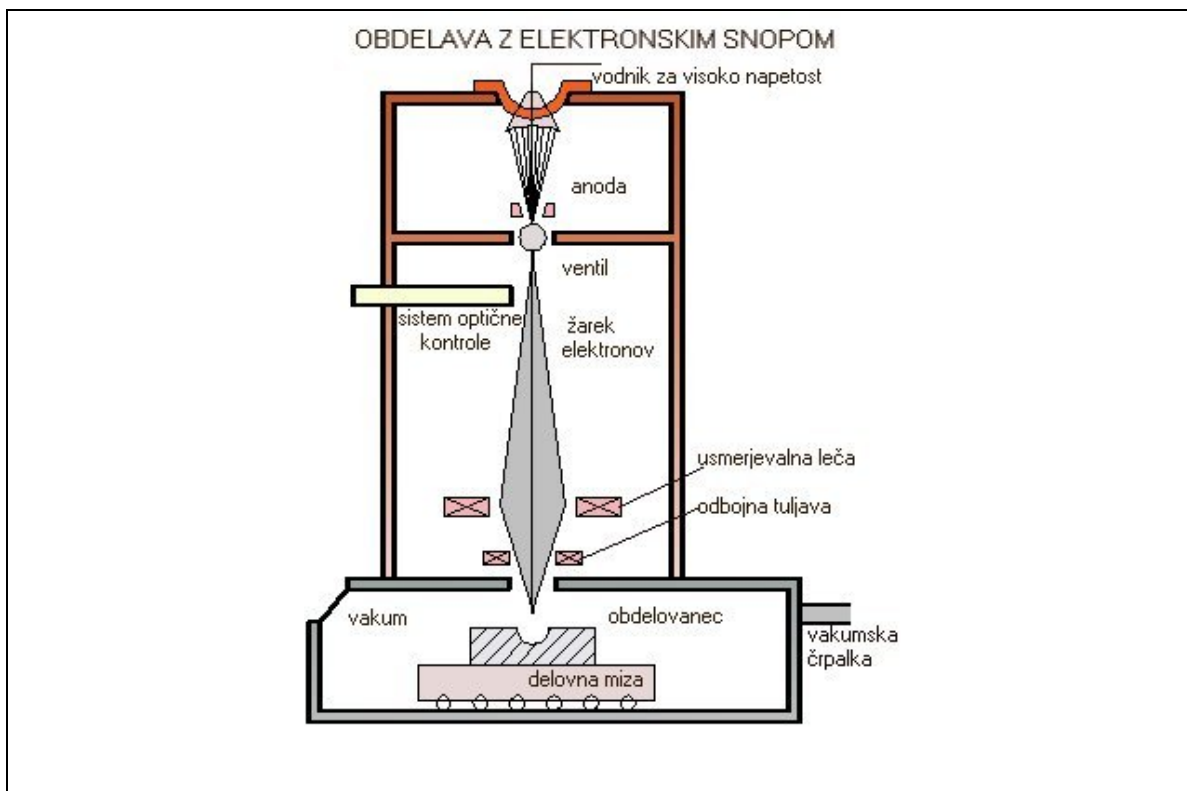
OBDELAVA Z ŽARKI

Pri obdelavi z žarki se močno koncentrirana energija žarka ob dotiku z obdelovancem spremeni v toploto. Pri tem nastane visoka temperatura, ki raztali katerikoli neprozorni material obdelovanca (jeklo, guma, titan, aluminij, PVC...). S pravilnim usmerjanjem in vodenje žarka, lahko dosežemo zelo kvalitetno obdelavo. Za obdelavo z žarki so primerni **elektronski in laserski žarki**.

OBDELAVA Z ELEKTRONSKIM SNOPI (EBM)

Pospešen in usmerjan žarek elektronov z veliko hitrostjo doseže obdelovanec. Ob trku snopa ob obdelovanec se kinetična energija spremeni v toplotno energijo velike gostote, ki povzroči izhlapiitev in stalitev materiala. Da se žarek ne razkropi, poteka proces v brezračnem prostoru.

Najpomembnejša značilnost obdelave z elektronskim snopom je možnost zelo natančne obdelave. Izdelamo lahko mikroluknje v najrazličnejše materiale v zelo kratkem času. S primernim programiranjem pa lahko ustvarimo zapletene geometrijske like v obdelovancu.



OBDELAVA Z LASERSKIMI ŽARKI

Laserski žarek je svetlobni žarek z veliko energijo, zato ga je mogoče usmerjati z lečami enako kakor navadne svetlobne žarke. Z zbiralnimi lečami ga je mogoče teoretično zbrati v točki s premerom $1\ \mu\text{m}$. Laserski žarek nastane tako, da se svetloba, ki prihaja iz izvora, nekaj časa odbija med dvema zrcalnima ploskvama. Ko energija dovolj naraste, žarek prebije eno od zrcalnih ploskev, ki je delno prepustna. Laserski curek koherentne svetlobe zberemo in ga usmerimo z lečami in optičnimi vlakni v določeno mesto na površini, ki jo želimo obdelovati. Tako usmerjena gostota energije je tako velika, da se material raztali. Največ uporabljajo plinske CO₂ laserje ter trde neodim – yag laserje.

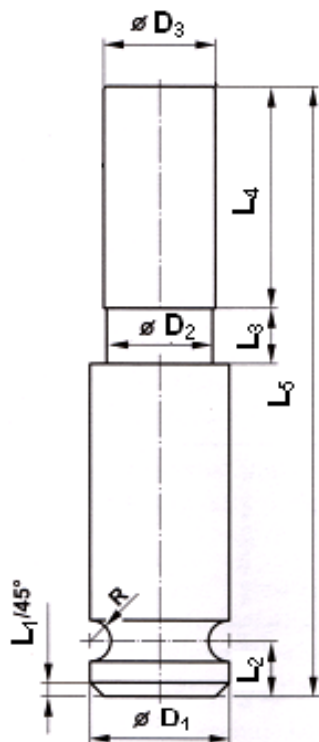
UPORABA ELEKTRONSKEGA SNO PA IN LASERJA

Oba načina sta prvotno omogočala izdelavo izvrtin z izredno majhnim premerom, in to v najtrše materiale in s takšno hitrostjo, ki je "klasični" načini obdelave še zdaleč ne dosegajo. Pozneje se je uporaba obeh načinov razširila najprej na izdelavo večjih izvrtin s premikanjem obdelovanca proti žarku ali z odklanjanjem žarka, laserska obdelava pa tudi na natančno rezanje pločevin, graviranje, varjenje, termično obdelavo in oplaščanje površin . S pomočjo teh tehnologij izdelujemo tudi prototipna orodja štanc, predvsem malih serij, ker je taka izdelava cenejša od klasičnih postopkov izdelave (elektroerozija).

Skupaj točk

42. Na primeru izdelka, ki je narejen s struženjem, načrtujte tehnologijo obdelave.	15
Odgovor	Št. točk

Izdelek:



1. Izbira: - dimenzij surovca $D \times L$ ob upoštevanju dodatka za obdelavo;	2
2. Izbira: - obdelovalnega stroja na osnovi potrebne moči za odrezavanje;	2
3. Izbira faz struženja: - vpenjanje obdelovanca; - čelno struženje - poravnavanje obdelovanca (izbira orodja, in režima obdelave); - vzdolžno struženje obdelovanca na premer $D_1 \times (L_5 - L_4)$, (izbira orodja, in režima obdelave); - struženje radija R na obdelovancu (izbira orodja, in režima obdelave); - struženje posnetja $L_1/45^\circ$ na obdelovancu (izbira orodja, in režima obdelave); - kontrola obdelovanca;	6
4. Izbira faz struženja: - izpetje in ponovno vpetje obdelovanca; - vzdolžno struženje obdelovanca na premer $D_3 \times (L_3 + L_4)$, (izbira orodja, in režima obdelave); - vzdolžno struženje obdelovanca na premer $D_2 \times L_3$, (izbira orodja, in režima obdelave); - čelno struženje obdelovanca na dolžino L_5 (izbira orodja, in režima obdelave); - kontrola obdelovanca;	5
Skupaj točk	15

43. Opišite namen toplotne obdelave. Katere vrste toplotne obdelave in katera hladilna sredstva poznate?

Odgovor:

Med toplotno obdelavo izpostavimo obdelovanec temperaturnim spremembam ali spremembam temperaturnega poteka z namenom doseči želene lastnosti v materialu. **S toplotno obdelavo lahko:** povečamo trdoto izdelka ali samo trdoto površine, odpravimo nehomogenosti v materialu, izboljšamo mehanske lastnosti, zmanjšamo zrno, omogočimo odrezovanje in preoblikovanje, odpravimo notranje napetosti, izboljšamo odpornost proti obrabi in koroziji ...

Postopke toplotne obdelave delimo na:

- a) **Postopki z globinskim učinkom** kamor spadajo: kaljenje, popuščanje, normalizacija in žarjenja (mehko, rekristalizacijsko, do grobega zrna, difuzijsko, za odpravo napetosti)
- b) **Postopki s površinskim učinkom** so lahko:
- postopki s spremembo strukture: plamensko in indukcijsko kaljenje, kaljenje s potapljanjem
 - termokemični difuzijski postopki: nitriranje, cementiranje, boriranje, karbonitriranje,
 - sulfonitriranje, silifikacija, kromiranje, aluminiranje

Za različne učinke toplotne obdelave uporabljamo različna hladilna sredstva. **Hlajenje lahko izvajamo:**

- predmet pustimo v peči, da se ohlaja skupaj z njo, z mirujočim in mešanim ali celo komprimiranim zrakom, v oljih, vodi, slanici ter solnih kopelih

Skupaj točk:

44. Definirajte postopek kaljenja, opišite faze kaljenja in kalilna sredstva ter kritično hitrost ohlajanja. Kakšne so kalilne temperature za različne vrste jekel?

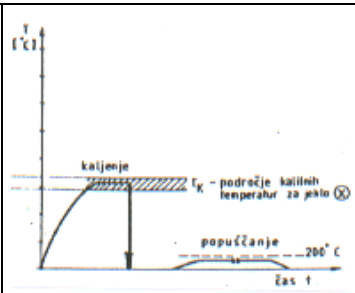
Odgovor:

Kaljenje je definirano: je ohlajevanje s temperature nad premenskima točkama a_c oz A_c s hitrostjo, da površinsko ali globinsko nastopi močno povečanje trdote praviloma s tvorbo martenzita.

Kaljenje zajema ustrezen potek segrevanja na kalilno temperaturo, primerno zadrževanje obdelovancev na kalilni temperaturi in gašenje v izbranem hladilnem sredstvu.

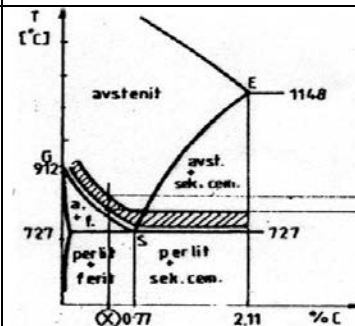
Dosežena trdota je odvisna od vsebnosti ogljika, dimenzij obdelovanca in hladilnega sredstva.

Za odpravo nastalih notranjih napetosti po kaljenju obdelovance običajno popuščamo.



V praksi segrevamo izdelke 30 do 50° C nad G-S-K linijo in s tem dosežemo segretje obdelovanca po celotnem prerezu. Kalilne temperature so odvisne od deleža ogljika in legirnih elementov ta so okvirne kalilne temperature:

- | | |
|------------------|-----------------|
| Ogljikova jekla | 770 do 920 °C |
| Legirana jekla | 800 do 1100 °C |
| Hitrorezna jekla | 1200 do 1300 °C |



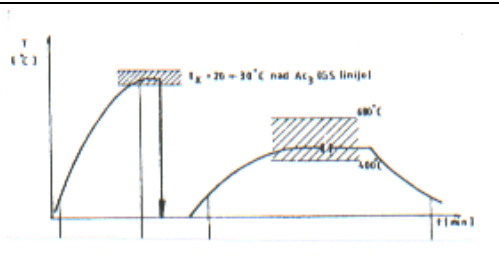
Skupaj točk:

45. Opišite poboljšanje jekel in razložite njegov pomen.

Odgovor:

Poboljšanje je postopek s katerim jeklu povečamo trdnost ob nezmanjšani žilavosti ali večjo žilavost ob nezmanjšani trdnosti. Tako je v primerjavi z normalnim žarjenim stanjem višja natezna trdnost, meja plastičnosti, kontrakcija, udarna žilavost, zato je primeren postopek toplotne obdelava za vrsto strojnih elementov, ki so dinamično obremenjeni. Poboljšanih je tudi večina polizdelkov in proizvodov jeklarn.

Postopek je sestavljen iz kaljenja in popuščenja. Najprej predmet ustrezno segrejemo in nato ohladimo v izbranem sredstvu. Jeklo nato popuščamo pri temperaturah pri katerih že razpada avstenit, pri C jeklih je to okrog 200 °C. Bistvo poboljšanja je dobiti fino zrnati perlit. Posebna oblika je Bainitno poboljšanje, ko obdelovanec ne ohladimo pač pa ga zadržimo pri 250-350 °C in tako dobimo bolj žilavo strukturo – bainit.



Glede na izbiro hladilnega sredstva in načina popuščenja lahko dobimo vmesne strukture, ki imajo manjšo trdoto a večjo žilavost kot martenzit. Strukture, ki jih lahko način dobimo so perlit, sorbit, trustit in že omenjani bainit.

Skupaj točk

46. Zakaj in kdaj uporabljamo površinsko kaljenje jekel? Opišite postopka površinskega kaljenja jekla.

Odgovor:

Površinsko kaljenje uporabljamo kot toplotno obdelavo strojnih delov, trajno izpostavljenim upogibu in obrabi površine ter koroziji. Od robnega sloja pričakujemo naštete odpornosti od jedra pa prenašanje mehanskih obremenitev.

Plamensko kaljenje je postopek s katerim povišamo trdoto robni plasti in ga sestavlja ogrevanje in hitro ohlajanje. Z ustrezno oblikovanim gorilnikom, ki je prilagojen obliki obdelovanca segrejemo določen del površine izdelka nakar površino ohladimo z zalivalnikom. Hitrost premikanja plamena mora biti skrbno določena sicer je globina prekalitve premajhna ali prevelika plamenu na določeni razdalji sledi zalivalnik. Lahko se premika plamen ali predmet.

Induktivno kaljenje poteka na osnovi električnega toka visoke frekvence in je hiter postopek.

Vodnik ovit v zanko okrog predmeta inducira visokofrekvenčne tokove zaradi katerih površina zažari takoj potem pa jo zalivalnik ohladi. Tako kalimo običajno le parcialno, kar je prednost saj lahko ostale dele še odrezujemo. Parcialno kaljeni deli so ugodnejši glede deformacij in jih lahko tudi ravnamo kar pri globinski prekalitvi povzroča razpoke.

Skupaj točk

47. Opišite postopek cementiranja jekel, sredstva za ogljičenje in načine kaljenja po ogljičenju. Primerjajte ga z nitriranjem in karbonitriranjem.

Odgovor:

Cementiranje je termokemijski difuzijski postopek, ko pred kaljenjem površino obdelovanca obogatimo z ogljikom. Predmet segrevamo na temperaturo avstenitizacije v sredstvu, ki oddaja ogljik in ga na tej temperaturi zadržimo potreben čas, da lahko ogljik difundira v površino obdelovanca. Po ogljičenju predmet enostavno, dvojno ali stopensko kalimo. Po vseh postopkih kaljenja sledi popuščenje pri 150-200 °C. Globina cementirane plasti je odvisna od temperature, časa ogljičenja in koncentracije ter aktivnosti cementacijskega sredstva in je običajno med 0,4 in 2,0mm. Cementirani obdelovanci imajo trd robni sloj in bistveno mehkejšo in žilavo jedro.

Obdelovance lahko ogljičimo na več načinov:

Plinsko ogljičimo v pečeh v atmosferi bogati z ogljikom. Lahko uporabljamo nosilni plin z dodatkom metana, propan ali ogljičimo brez nosilnega plina. Pri postopkih vkapljevanja v vročo peč razpršimo tekočino, ki izpareva in se uplini.

Ogljičenje v solni kopeli potopimo obdelovance v solno tali. Nosilci ogljika so cianidi, ki so strupeni in močno škodljivi okolju.. Cementiranje v solni kopeli traja bistveno manj kot plinsko.

Pri ogljičenju s praškom ali granulatom so obdelovanci v pločevinstih posodah obdani s cementacijskim sredstvom. Neprepustno zaprte posode sgrevamo pri okrog 900 °C.

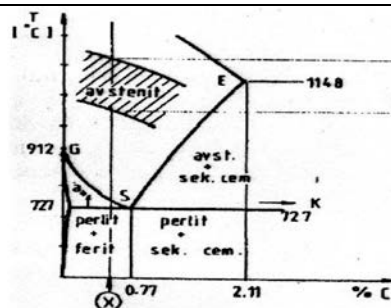
Skupaj točk

48. V Fe-Fe₃C diagramu vrišite temperature žarjenja. Katere spremembe strukture jekla dosežemo s posameznimi postopki žarjenja? Opišite postopke žarjenja?

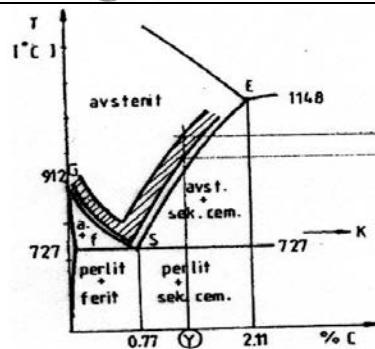
Odgovor:

Žarjenje je postopek segrevanja obdelovanca do določene temperature, zadrževanje na tej temperaturi in nato praviloma počasno ohlajanje. Bistveno vlogo pri žarjenju ima temperatura žarjenja in tako poznamo naslednje posopke.

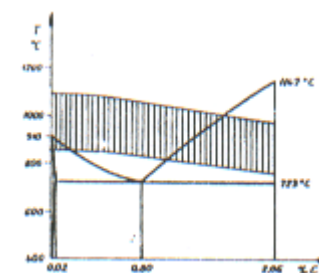
Difuzijsko žarjenje (do grobega zrna) je normalizacija pri povišani temperaturi 950- 1200 °C. Po žarjenju dobimo homogeno strukturo vendar z grobim zrnom, ki ga zmanjšamo z normalizacijo. Tako grobo strukturo tudi lažje odrezujemo. V ulitkih tako odpravimo najbolj grobe napake v strukturi.



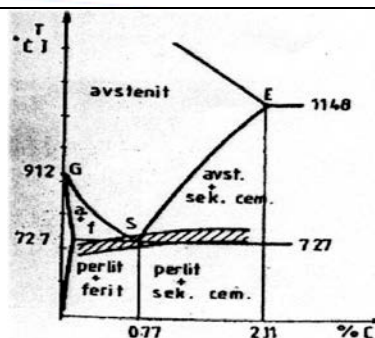
Normalizacijsko žarjenje poteka tik nad premensko točko A_{c3} in ohlajanje v mirujoči atmosferi. Na ta način odpravimo neenakomernosti v strukturi in zmanjšamo zrno predvsem v varjencih in odlitkih. Z normalizacijo popravljamo napake kaljenja zaradi drobnejšega zrna se izboljšajo tudi mehanske lastnosti.



Žarjenje za gnetenje je namenjeno pregrevanju celotnega preseka obdelovanca med preoblikovanjem predvsem valjanjem. Na ta način preide groba struktura v finejšo vlaknasto.



Žarjenje na mehko poteka v območju A_{c1} in mu sledi počasno ohlajanje, da bi dosegli dovolj mehko stanje s čim manj notranjih napetosti. Pri postopku je pomembno zmanjšanje natezne trdnosti in trdote. V strukturi karbidi koagulirajo (kroglasti) in jih nož lažje odriava. Zato je struktura primerna za odrezovanje in gnetenje.

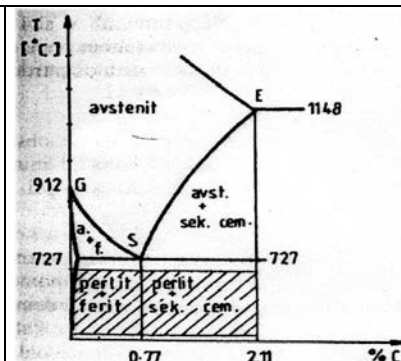


Žarjenje za odpravo napetosti ima namen zmanjšati notranje napetosti v obdelovancu po kovanju, ulivanju, varjenju in toplotni obdelavi. Med žarjenjem se sprostijo napetosti zato se izdelki pozneje ne deformirajo. Žarilne temperature so naslednje.

za konstrukcijsko jeklo 550 do 600 °C

za orodna jekla 600 do 650 °C

za hitrorezna jekla okrog 700 °C



Rekristalizacijsko žarjenje je namenjeno za prekrizalizacijo med procesom hladnega gnetenja. Med preoblikovanjem se material utrdi do stopnje, ko nadaljnje preoblikovanje nebi bilo več mogoče zato je po določeni deformaciji potrebno dobiti prvotno strukturo, ki je zopet preoblikovalna. Rekristalizacijska temperatura je pri jeklu 500 do 700 °C. Čim večja je stopnja deformacije

Skupaj točk

49. Razložite značilnosti varjenja in ga primerjajte z drugimi tehnološkimi postopki (kovanje, litje, spajkanje, kovičenje, lepljenje...)

Odgovor:

Varjenje je spajanje materialov, trdih omehčanih ali raztaljenih na mestu varjenja s pomočjo različnih virov energije. Najpogostejši viri energije za varjenje so: kemična, električna, mehanska in posebne energije. Zvarjanje dosežemo z uporabo pritiska ali brez njega. Zaradi učinkovitosti in ekonomičnosti je varjenje eden najpomembnejših tehnoloških postopkov pri proizvodnji in vzdrževanju strojnih delov, še posebej pri popravilu. Varimo lahko kovine, plastične mase, keramiko in steklo.

Kovanje - varjenje:

S kovanjem se struktura materiala izboljša. Odkovki imajo večjo žilavost in boljši potek vlaken. Kovanje je primerno za večje serije enostavnih izdelkov. Pri zahtevnejših oblikah lahko posamezne dele skujemo in jih zvarimo v celoto.

Litje – varjenje:

Varjene konstrukcije niso občutljive na sunke, ulitki so občutljivejši zato so stene varjencev tanjše. Stroški varjenja so manjši zato se za vlivanje odločimo pri večjih serijah predvsem majhnih konstrukcij: okrove gonil, ležajev, motorjev in razna kolesa... Ogrodja večjih strojev vlivamo, ko so pomembne tolerance in sposobnost dušenja vibracij: stružnice, skobeljni stroji, frezalni stroji... ogrodje strojev, ki ne zahtevajo natančnosti je gospodarnейše variti: škarje, stiskalnice, upogibalni stroji..

Spajkanje – varjenje:

Trdnost spajkanih strojev je manjša od varjenih kljub temu je spajkanje primernejše v naslednjih primerih: spoji cevi s tankimi stenami, težko dostopni spoji, če ne želimo vplivati na strukturo materiala, povzročiti notranje napetosti in deformacije.

Kovičenje – varjenje:

Varjenje ima pred kovičenjem naslednje prednosti: prihranek na materialu in zato manjša teža konstrukcij saj prekritje ni potrebno, večja odpornost proti sunkovitim obremenitvam, boljši potek silnic, krajši čas izdelave, spoja ni potrebno posebej obdelati, da bi bil nepropusten. Kontrola kakovosti je dražja a možna je neporušna defektoskopija.

Lepljenje – varjenje

Lastnosti lepljenih spojev so podobne spajkanju. Razvoj eno in dvokomponentnih lepil je zelo nagel zato pričakujemo, da bo lepljenje zamenjevalo varjenje pri manj obremenjenih delih (strig).

Skupaj točk

50. Pojasnite, kateri postopki sodijo med varjenje s taljenjem, opišite njihove karakteristike ter uporabnost v praksi.

Odgovor:

Pri varjenju s taljenjem se zaradi učinkovanja energije razvije toplota, ki zadostuje za pretaljevanje osnovnega in po potrebi dodajnega materiala. Zato ločimo talilno varjenje z in brez dodajnega materiala. Na ta način varimo dele, s približno enakimi lastnostmi materiala in tako zagotovimo dobro strukturo zvara.

Najpogosteje uporabljeni postopki varjenja so:

Ročno obločno varjenje. Oblok gori med elektrodo, ki je obenem dodajni material in varjencem. Elektrode so običajno oplaščene. Iz plašča nastane žindra, ki ščiti in oblikuje zvar. Varimo lahko z enosmernim ali izmeničnim tokom. Postopek je primeren za varjenje maloogljivičnih jekel, pogojno pa tudi sive litine in neželeznih kovin.

Obločno varjenje pod praškom. V pripravljen zvarni žleb stroj nasuje prašek. Podajalni mehanizem dovede elektrodo v obliki na kolut navite žice v sam prašek tako, da je oblok, ki gori med varjencem in elektrodo zakrit in delavec ne rabi posebnih zaščitnih sredstev. Postopek je zmogljiv in ga uporabimo za navarjanje koles žerjavov, koles, bagerskih lopat, čeljusti drobilcev, varjenje rezervoarjev...

Varjenje pod žindro je uporovno talilni postopek. Podajalni mehanizem dovede elektrodo v navpični zvarni žleb zaprt z hlajenimi bakrenimi prižemami. Električni oblok raztali prašek v reži in nastane prevodna žindra, pri nadaljnjem varjenju tali elektrodo zaradi svoje upornosti, nastala talina pa zapolnjuje režo. Postopek je primeren za sestavljanje večjih sekcij v ladjedelništvu, izdelavi tlačnih posod, gradnji nukleark in navarjanju koles.

TIG postopek poteka v zaščitni atmosferi argona in poteka ročno in avtomatizirano. Oblok gori med neporabljivo wolframovo elektrodo in varjencem. Varimo lahko z dodatnim materialom ali brez njega. Najpogosteje varimo z enosmernim tokom in sicer jekla in neželezne kovine ter njihove zlitine.

MIG postopek poteka v zaščitni atmosferi argona. Oblok gori med elektrodo v obliki brezkončne na kolut navite žice in varjencem. Na ta način lahko varimo jeklo in neželezne kovine ter njihove zlitine.

MAG postopek poteka v zaščitni atmosferi ogljikovega dioksida in identičen s MIG postopkom. MAG postopek uporabljamo le za varjenje jekla in to običajno nelegirane pločevine. Pri varjenju legiranih jekel se odločamo za dražjo a kvalitetnejšo zaščito argon.

Varjenje s plazmo je postopek varjenja z močno disociranim in ioniziranim plinom, ki doteka iz šobe skozi oblok na zvarno mesto. Oblok gori med netaljivo wolframovo elektrodo in varjencem in je lahko prenesen ali neprenesen. Varimo lahko z ali brez dodajnega materiala. Varimo pretežno z enosmernim tokom z minus polom na elektrodi. Na ta način varimo plemenite kovine večjih debelin kakor tudi lahke kovine.

Plamensko varjenje je prav tako talilni postopek, kjer izkoriščamo kemično energijo plamena. Plamen dobimo z mešanjem acetilena in kisika v gorilniku. Na ta način varimo cevne vode, armature in ostale pločevinaste izdelke. Uspešno varimo tudi sivo, nodularno, belo in temprano litino. Pri varjenju bakra dodajamo še talilo.

Posebni postopki talilnega varjenja so še:

Varjenje v atomarnem vodiku – za varjenje jekla in neželeznih kovin

Varjenje z magnetno rotirajočim oblokom za cevi manjših premerov in delno profilov.

Varjenje pod bakreno letvo.

Varjenje z elektronskim snopom in laserjem.

Skupaj točk

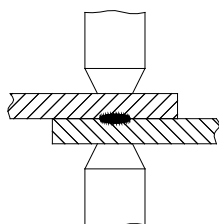
51. Pojasnite, kateri postopki sodijo med varjenje s stiskanjem (tlakom), opišite njihove karakteristike in uporabnost v praksi.

Odgovor:

Točkovno varjenje

Spoji nastanejo v obliki posameznih točk. Varilni stroj ima dve elektrodi: spodnja je nepremična, zgornja je premična. Varjenca sta delno prekrita, gibljivo elektrodo pritisnemo na varjenca. Ko je pritisk dovolj močan, se vključi električni tok, ki teče med elektrodama po najkrajši poti. Zaradi električnega upora se pločevini med elektrodama segrejeta do testastega stanja, in se zaradi stiskanja zvarita. Po tem se električni tok izklopi, elektrodi pa sta še nekaj časa stisnjeni, da se mesto zvara vsaj malo ohladi in se s tem utrdi. Ko odmaknemo elektrodi, je varjenje končano

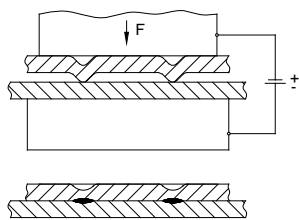
Postopek je primeren predvsem za serijsko proizvodnjo



Bradavičasto varjenje

Podobno je točkovnemu varjenju. Prekriti pločevini vložimo med vodno hlajeni elektrodi, narejenimi iz bakra. Pred varjenjem iztisnemo na eni pločevini bradavice okrogle ali podolgovate oblike, skozi katere steče pri stisku z nasprotno ploščo varilni tok. Zaradi majhne dotikalne površine je gostota toka velika, segrevanje na mestu bradavic pa zelo intenzivno. Zaradi visoke gostote toka skozi bradavice se le te omehčajo in pod pritiskom elektrod zavarijo z drugo pločevino. Pritisk elektrod mora biti na vse bradavice enakomerno porazdeljen.

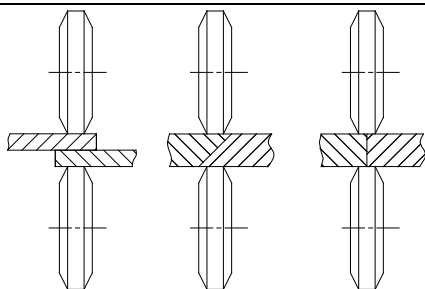
Postopek je primeren predvsem za serijsko proizvodnjo



Kolutno varjenje

Elektrodi imata obliko kolutov. Stroj lahko nastavimo tako, da vari posamezne točke v poljubni razdalji ali točke desno druga ob drugi, da se prekrivajo in tvorijo tesen zvarni šiv.

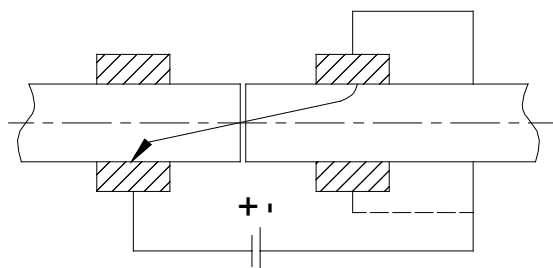
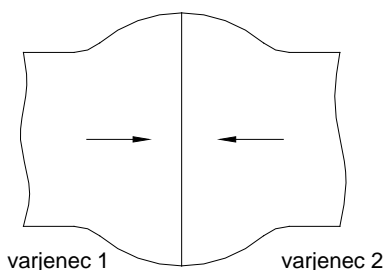
Koluta morata dovajati tok in stiskati pločevino, poleg tega pa še premikati varjenca. Pri varjenju jekla zadošča, da je gnana samo en kolut, ker trenje zadošča za vrtenje drugega. Pri neželeznih kovinah morata biti gnana oba koluta, sicer začne varjenec spodrsavati. Na ta način varimo najpogosteje jekla. Pri kolutnem varjenju ne moremo preprečiti razsipanja el. toka, zato lahko na ta način varimo pločevine debeline do 3mm.



Sočelno varjenje s pritiskom

Varjenca sta vpeta v bakreni prižemi in sta hkrati elektrodi. Ena prižema je premična, druga je nepomična. Postopek je primeren za varjenje jeklenih palic krožnega prereza premera do 15mm. Površini morata biti čim bolj gladki in enako veliki, da je gostota el. toka po vsej površini čim bolj enak. Zaradi električne upornosti, se varjenca segrevata. Ko temperatura na stičnih ploskvah dovolj naraste, el. tok prekinemo, palici pa stisnemo, da se zavarita. Ker se je material med segrevanjem omehčal, se zaradi stiskanja palic med čeljustmi odebeli. Takšen zvar doseže 90 do 100% trdnosti osnovnega materiala.

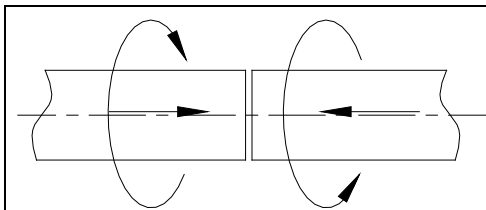
Uporabljamo ga pri varjenju členastih verig in za podaljšanje žic pri vlečenju.



Varjenje s trenjem

V tem primeru mehansko energijo direktno spreminjamo v toplotno energijo. Vrtenje dveh varjencev v različnih smereh in stiskanje drugega proti drugemu povzroči trenje med stičnima ploskvama in s tem nastanek toplotne energije. Ko se stični ploskvi ustrezno segrejeta ustavimo vrtenje in z zadostnim pritiskom, ob zadostni plastični deformaciji zvarimo.

Varjenje s trenjem se uporablja za serijsko proizvodnjo varjencev krožnega prereza.



Ultrazvočno varjenje

Kadar varimo z ultrazvokom oba varjenca močno skupaj. S tem dosežemo dober spoj oziroma dobro naleganje, obenem pa porišimo oksidno kožico na stičnih ploskvah. Ko je varjenec tako pripravljen, dovedemo na mesto varjenca ultrazvočno energijo. Odvisno od elektrode lahko varimo v eni točki, v črti ali celo kolutno neprekinjeno.

Skupaj točk

52. Opišite postopek spajkanja (lotanja) in njegovo razdelitev. Navedite razne vrste spajk in praktično uporabnost.

Odgovor:

Obrazložite kaj je spajkanje.

Je neločljivo spajanje dveh ali več delov, tako, da predmete segrevamo nekaj nad tališčem spajke, ki je pri spajkanju dodajni material. Spajka zalije špranjo spajkanega spoja in s pomočjo adhezijskih sil spoji dele, ki jih spajkamo. Za uspešno spajkanje rabimo ustrezni vir toplote, ustrezno spajko in talilo.

Razdeliti spajkanje.

Spajkanje razdelimo glede na temperaturo tališča spajke na trdo in mehko spajkanje. Mejna temperatura je 450 °C. Nad 450 °C je trdo spajkanje, pod 450 °C pa mehko.

Razdeliti spajkanje glede na gostoto materiala delov, ki jih spajkamo.

Glede na gostoto materiala delov, ki jih spajkamo ločimo mehko/trdo spajkanje težkih kovin (jekla, baker, svinec in njih zlitine) ter mehko/trdo spajkanje lahkih kovin (aluminij, magnezij in njih zlitine). Pri tem moramo izbirati tudi ustrezno talilo.

Navesti vrste spajk s primeri in njih praktično uporabo.

Glede na tališče spajke razlikujemo, tako kot spajkanje tudi vrste spajk na trde in mehke spajke. Mejna temperatura je 450 °C. Nekaj spajk:

- bakrove spajke (baker, broni, medi), so trde spajke za težke kovine (jekla, nikelj, baker in njih zlitine),
- srebrove spajke, so trde spajke za težke kovine (jekla, temprano litino, baker, nikel in njih zlitine),
- zlitine svinca in kositra (cin), so mehke spajke za težke kovine (jekla, baker, svinec...),
- zlitine kositra in cinka ter kositra in svinca sta mehki spajki za lahke kovine (aluminij in njegove zlitine) in
- silumin - AlSi12 je trda spajka za lahke kovine (aluminij in njegove zlitine).

Skupaj točk

53. Opišite natezni preizkus. Katere vrste preizkušancev poznamo? Narišite R-A diagram in pojasnite, kaj vpliva na njegovo obliko ter definirajte natezno trdnost, mejo elastičnosti, mejo plastičnosti in razteznost.

Odgovor

Natezni preizkus je statični preizkus saj obremenitev narašča enakomerno in nesunkovito s hitrostjo $10\text{N/mm}^2/\text{s}$. Z namestitvijo preizkušanca v vpenjalne čeljusti stroja moramo zagotoviti osnost bremenitve. Preizkušance, ki se med obremenjevanjem raztezajo lahko obremenimo lahko obremenimo do značilnih napetosti ali do porušitve.

Preizkušanci za natezni preizkus so standardizirani ali so kar izdelki in lahko imajo krožni, kvadratni ali pravokotni prerez. Preizkušanci imajo tri značilne cone merilni in vpenjalni del ter blag prehod med njima. Glede na dolžino merilnega dela ločimo:

- dolge preizkušance $l_0 = 10d_0$

- kratke preizkušance $l_0 = 5d_0$

poznamo še naslednje vrste preizkušancev:

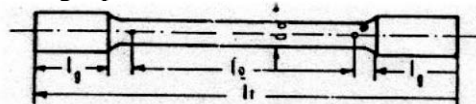
- normalni ima okrogli prerez premera 20 mm

- sorazmerni ima poljuben prerez, ko ne zadošča velikost in oblika gradiva ali preizkusni stroj ne dosega zadovoljivih sil, njegove dimenzije morajo biti v pravilnem razmerju z normalnim

- pločevinast preizkušavec, ki se uporablja za pločevino tanjšo od 5mm

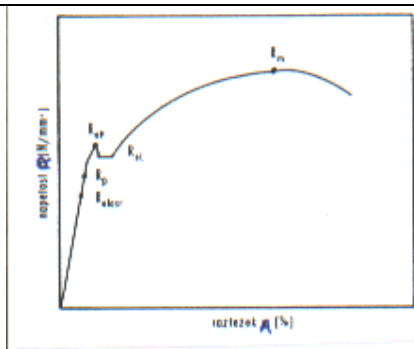
- preizkušavec za SL je posebej ulit ali izrezan iz stene ulitka

- tehnični preizkušanci, ki imajo obliko polizdelkov ali končnih izdelkov (profili, jeklene vrvi, verige, palice, žica...)



$d_0 = \text{premer}$
 $l_0 = \text{merilna dolžina}$
 $l_f = \text{dolžina glav}$
 $l_t = \text{skupna dolžina}$

1



Obremenjen preizkušavec se deformira – podaljša. Za analizo nateznega preizkusa ima velik pomen R- A diagram v katerem opazujemo elastično in plastično področje ter značilne mejne točke.

-linearno **elastično področje** za katerega lahko določimo modul elastičnosti E zaključuje točka **meja elastičnosti** R_e (preizkušavec se po razbremenitvi vrne v prvotno stanje)

- **plastično področje** se začne z **mejo plastičnosti** R_p , pogosto določamo tudi $R_{p0,2}$, to je napetost pri 02% trajne deformacije. V plastičnem področju je pomembna največja napetost pri kateri se material poruši to je **natezna trdnost** R_m

-napetost R je razmerje med silo in začetnim presekom, raztezek A pa med deformacijo in začetno dolžino

Skupaj točk

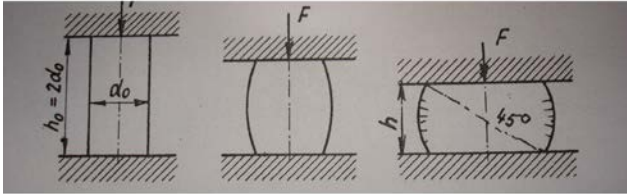
54. Razložite tlačni, upogibni, vzvojni in strižni preizkus in navedite veličine, ki jih določamo pri posameznem preizkusu.

Odgovor

TLAČNI PREIZKUS

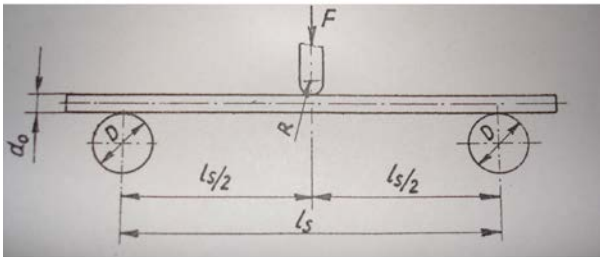
Preizkušanci za tlačno trdnost so kocke ali kvadri. Njihove stranice so v razmerju $h_0 = d_0$ ali $h_0 = 2 \times d_0$

Tlačno trdnost, negativni rastezek in kontrakcija izračunamo enako, kot pri nateznem preizkusu.



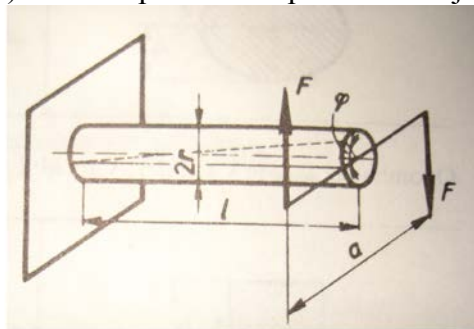
UPOGIBNI PREIZKUS

Pri upogibnem preizkusu sila F deluje prečno na telo in ga skuša upogniti. Eproveta je valjasta ali pravokotna. Z upogibnim preizkusom lahko določamo tudi žilavost materiala.



VZVOJNI PREIZKUS

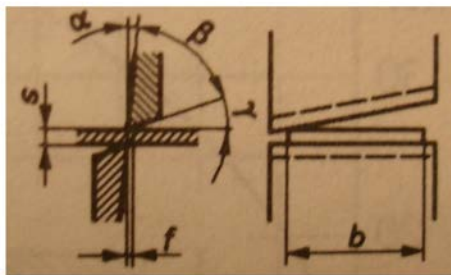
Vzvojni (torzijski) moment povzroča v prerezu vzvojnne napetosti



STRIŽNI PREIZKUS

Prečna sila F , ki deluje v prerezu samem in si jo zamišljamo enakomerno porazdeljeno po prerezu S , povzroča strižne napetosti.

$$\tau_s = F/S$$



Skupaj točk

55. Pojasnite izvedbo preizkusa trdote po HB in HV ter področja uporabe posameznih merilnih postopkov.

Odgovor:

HB: Trdoto po Brinellu ugotavljamo z vtiskovanjem trde kaljene kroglice iz jekla, ki ima premer $D = 1; 2,5; 5$ ali 10 mm. Površina naj bo gladka in razmaščena da natančneje izmerimo premer vtiska. Pritisno silo povečujemo enakomerno 15 sekund do končne vrednosti, ki jo zadržimo za trdne materiale še 10 sekund, za mehkejšje materiale tudi do 3 minut. Trdoto izračunamo ali razberemo iz tabel.

Ta postopek uporabljamo za merjenje trdote jekla, litin, bakra in bakrovih zlrin in lahkih kovin.

HV: Trdoto po Vickersu ugotavljamo z vtiskovanjem diamantne piramide s kotom 136° . Površino preizkušanca moramo poravnati, fino zbrusiti in po potrebi tudi spolirati, mora biti tudi brez prahu, umazanije in maščobe. Obremenitev traja med 10 in 30 s, za trše materiale je krajša, za mehkejšje pa daljša. Z merilnim okularjem izmerimo diagonali ter izračunamo površino kalote ter trdoto po Vickersu ali jo razberemo iz tabel.

Ta postopek uporabljamo za merjenje: - trdote mehkejših, trših in zelo trdih materialov,
- trdote kaljenih, cementiranih in nitriranih delov

Skupaj točk

56. Pojasnite izvedbo preizkusa trdote po HRB in HRC ter področja uporabe posameznih merilnih postopkov.

1. **HRC:** To je postopek merjenja trdote po Rockwellu s diamantnim stožcem s kotom konice 120° . Vključuje tri stopnje preskušanja, in sicer:

- stožec obremenimo z 10 daN, nato uravnamo merilno urico na 0;
- enakomerno povečujemo silo na 150 da N;
- silo ponovno zmanjšamo na 10 daN in z merilno urico izmerimo globino vtiska

Merjenje trdote po HRC izberemo za kaljena jekla in za obdelovance, kjer želimo čim manjši vtisek

HRB: To je postopek merjenja trdote po Rockwellu z jekleno kroglico premera $1/16''$, ki jo vtiskujemo v preizkušane. Vključuje tri stopnje: - kroglico obremenimo z 10 daN in uravnamo merilno urico na 0;

- enakomerno povečujemo silo do obremenitve 100 daN;
- silo ponovno zmanjšamo na 10 daN in z urice razberemo

globino

vtiska ter izračunamo trdoto po HRB.

Ta postopek uporabljamo za merjenje trdote kovin in zlitin v mehkem stanju.

Skupaj točk

57. Definirajte trdoto. Kakšni so postopki statičnega merjenja trdote in kako določimo trdoto?

Odgovor:

Trdota je odpornost gradiva proti vdiranju tujega tršega telesa v njegovo površino

Statična merjenja trdote so tista, pri katerih deluje vtiskano telo z enakomerno in postopoma naraščajočo silo, ki deluje določen čas. Zaradi dobre ponovljivosti rezultatov statične preizkuse pogosto izvajamo in jih lahko delimo na merjenje:

- makrotrdote za večje preizkušance kjer poznamo postopke po Brinellu HB, po Vickersu HV in Rockwelu HRC
- na merjenje z majhnimi silami oz. mikrotrdote pri tankih folijah, slojih, krhkih gradivih ...

Trdoto določimo tako, da posebej oblikovano in trdo telo z določeno silo vtiskujemo v površino merjenega gradiva. Po razbremenitvi sklepamo o trdoti na osnovi ploščine ali globine vtiska s pomočjo empiričnih enačb ali tabel.

Skupaj točk

58. Kdaj izvajamo dinamične preizkuse trdote, kakšna je izvedba teh preizkusov, kakšne so njihove prednosti in slabosti?

Odgovor:

Dinamični preizkusi trdote se uporabljajo za merjenje trdote v skladiščih, pri velikih strojnih delih in v primerih, ko ne moremo uporabiti moriti trdote s statično pritisno silo. Uporabno za merjenje trdote že obdelane površine, ki se ne sme poškodovati, kaljenih delov in kontroli enakomernosti trdote večjih površin.

Dinamične preizkuse trdote delimo na:

- **dinamično plastični** postopek, kjer je merilo trdote ploščina vtiska, tak preizkus je po Poldiju za rezultat primerjamo vtiska na preizkušancu in etalonu ter razberemo trdoto iz tabel
- **dinamično elastični postopek**, kjer pade kladivce z zaokroženo diamantno konico ali kaljeno kroglico na površino preizkušanca. Zaradi elastične deformacije površine preizkušanca se kladivce odbije do določene višine, ki je merilo trdote. Značilen postopek izvajamo po Shoru.

Prednosti dinamičnih postopkov merjenja trdote so:

- omogočajo merjenje trdote kjer to s statičnimi postopki ni izvedljivo
- merilniki so enostavni in poceni
- določitev trdote je hitra
- ne poškodujejo površine
- lahko merimo trdoto kaljenih delov in posebnih gradiv

Slabosti dinamičnih postopkov merjenja trdote so:

- velik raztros in nesigurnost meritve
- za natančnejšo meritve je potrebno več preizkusov in statistična obdelava

Skupaj točk

59. Kako določimo mero udarne žilavosti, kakšne so oblike preizkušancev za merjenje udarne žilavosti po Charpyju in s kakšnim namenom izvajamo ta preizkus?

Odgovor:

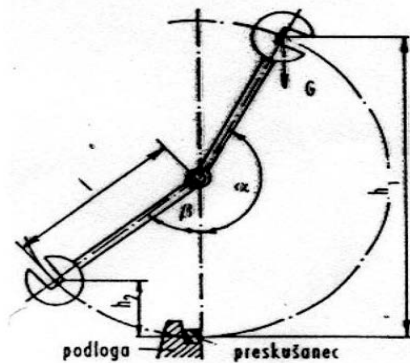
Mera udarne žilavosti je razmerje med udarnim delom W in najmanjšim prerezom preizkušanca. Zaradi raztrosa računamo z najmanj petimi rezultati meritev.

$$\rho = \frac{W}{A_0} \quad (\quad \quad \quad \text{J/mm}^2 \quad)$$

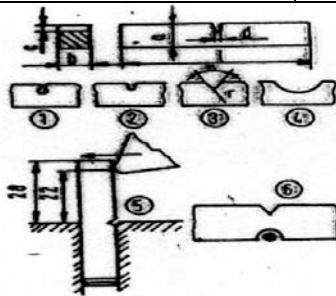
$$W = G.l(\cos \beta - \cos \alpha) \quad (\text{J})$$

G - teža kladiva, l - dolžina ročice kladiva, β - prenehajni kot, α - nastavitveni kot

Nihajno kladivo zaniha z višine h in v najnižji točki udari v sredino preizkušanca in ga prelomi z enim udarcem. Udarno delo izračunamo iz razlike potencialnih energij kladiva pred in po preizkusu.



Mere in oblike preizkušancev so standardizirane. Preizkušanci morajo biti skrbno izdelani posebej še zarez, ki je obdelana s frezanjem, brušenjem ali vrtanjem (žaganjem). Postavljeni so na podlogo med 40mm oddaljeni podpori.



Preizkus je namenjen za preiskave jekla in jeklene litine, z njim ocenimo žilavost gradiva in ali se gradivo nagiba h krhkemu lomu (brez predhodne deformacije). Preizkus služi tudi za kontrolo pravilnosti toplotne obdelave jekla, nagnjenosti k staranju in krhkosti pri popuščanju.

Skupaj točk

60. Kaj ugotavljamo s tehnološkimi preizkusi? Opišite preizkus sposobnosti za globoki vlek?

Odgovor:

S tehnološkimi preizkusi na hiter in enostaven način ugotavljamo sposobnost in kakovost materiala s postopki, ki so čim bolj podobni obdelavi, predelavi in uporabi tega materiala. Pri teh preizkusih opazujemo (pogosto brez merjenja sile) obnašanje materiala v hladnem in vročem stanju pod takšnimi obremenitvami, ki nastopajo pri nadaljni obdelavi in uporabi. Rezultat preizkusov ni merska vrednost, ampak uporabnost ali neuporabnost materiala za določen namen.

Sposobnost materiala – pločevine (do 2mm) za globoko vlečenje preizkušamo po Erichsensu. Pestič –kaljeno kroglico premera 20mm z enakomerno hitrostjo in silo 10N vtiskujemo v pločevino, vpeto med matrico in prižemnim prstanom, dokler se na površini ne pojavi prva razpoka. Dosežena globina je mera za sposobnost materiala za globoko vlečenje. Vlečenje je odvisno od vrste, debeline in stanja materiala (mehko, trdo).

Skupaj točk

61. Opišite neporušitvene preizkuse gradiv! Kakšne napake odkrivamo s temi preizkusi?

Odgovor:

Neporušitvene preiskave gradiv dajo možnost preiskave materiala brez porušitve, zato jih lahko uporabljamo na končnih izdelkih. S temi preizkusi odkrivamo napake v materialu ali na površini ulitkov, zvarov, odkovkov, kaljencev kot so lunke, mehurji, vključki, razpoke, dvoplastnost in podobno. Rezultat je odkrita napaka, njeno mesto, razširjenost in vpliv na obremenjenost strojnega dela.

S penetracijsko metodo odkrivamo napake na površini. Bistvo te metode je v tem, da nekatere tekočine – petrolej prodira v razpoke materiala, ki jih ne vidimo. Če nato površino prevlečemo z snovjo, ki tekočino iz razpoke absorbirajo, postanejo razpoke vidne.

Magnetna defektoskopija odkriva napake na površini ali tik pod njo. Predmete, ki se lahko magnetijo premažemo z železovim prahom v petroleju in jih namagnetimo. Vsaka nehomogenost v materialu povzroči odklanjanje magnetnega polja, kar se pokaže z neenakomerno porazdelitvijo železovega prahu na površini nad napako.

Pri prehodu ultrazvoka skozi material se le ta delno odbije od napak in vrne nazaj. Na ekranu katodne cevi registriramo energijo in mesto odbitega vala po kateri sklepamo na velikost in lego napake. Prednost uporabe ultrazvoka je odkrivanje najmanjših napak v neomejeni debelini preizkušanja.

Rentgenski in gama žarki so elektromagnetni valovi z kratko valovno dolžino. Rentgenski žarki nastajajo v rentgenski cevi, njihova prebojnost pa je sorazmerna z napetostjo. Gama žarki nastajajo z razpadom radioaktivnih izotopov. Intenziteto prodornosti žarkov registriramo na fotografski film ali fluorescentni zaslon. V smereh kjer naletijo na napako se manj absorbirajo, zato močneje osvetlijo film, ki je po razvitju bolj črn. Fluorescentni zaslon pa pokaže napake, kot svetla mesta.

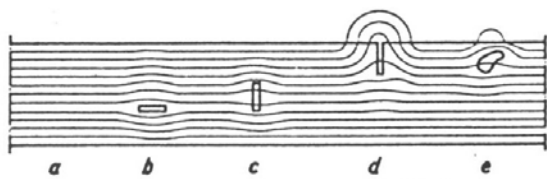
Skupaj točk

62. Opišite preiskavo s tekočino in jo primerjajte z magnetno preiskavo. Za katere napake in katere izdelke je primerna posamezna preiskava?

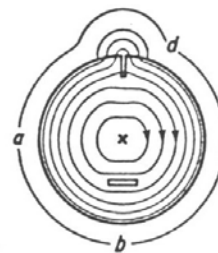
Odgovor:

-oba postopka spadata med neporušitvene preiskave gradiv.
-preiskava temelji na dejstvu, da nekatere tekočine (penetrini) zaradi kapilarnega učinka prodirajo v zelo drobne pore in razpoke, ki jih s prostim očesom ne vidimo.
-eden od postopkov je preiskava s kontrastno rdečo tekočino, ki jo izvedemo tako, da površino preizkušanca najprej dobro očistimo in nanjo naneseemo kontrastno rdečo tekočino, ki je zelo viskozna, zato zapolni tudi najmanjše razpoke. Po času 10-15min. s površine odstranimo rdečo tekočino in počakamo, da se posuši. Nato na površino naneseemo kontrastno belo tekočino (suspenzija krednega prahu in špirita) in ko se ta posuši, se bela plast obarva z rdečo kontrastno tekočino na mestih, kjer so razpoke.

-pri magnetni defektoskopiji preizkušanec namagnetimo in ga prevlečemo s feromagnetnim prahom ali z emulzijo feromagnetnega prahu in nosilne tekočine. Če je v materialu napaka, le ta predstavlja oviro, ki se ji magnetni fluks izogne (jo obide) in na tem mestu se kopiči feromagnetni prah ter tako označi mesto napake (glej sliko).



6.5. Shematski prikaz vzdolžnega magnetnega polja v vzdolžnem prerezu z napakami



6.6. Shematski prikaz krožnega magnetnega polja

-Če oba postopka med seboj primerjamo lahko ugotovimo, da pri magnetni defektoskopiji lahko pregledujemo le feromagnetne materiale in za izvedbo preizkusa potrebujemo napravo za magnetenje, za preiskave s tekočino pa ne potrebujemo posebnih naprav in tudi glede materialov ni omejitev.

-preiskave s tekočino so primerne za odkrivanje površinskih napak (razpok), pri odlitkih in zvarih.

-magnetne preiskave so uporabne za odkrivanje nehomogenosti v feromagnetnih materialih, odkrivamo pa lahko površinske in notranje napake (dvoplastnost, razpoke, zareze, pregibne zajede valjanja, ...)

Skupaj točk

63. Kako opravimo preiskavo z ultrazvokom, opišite načine ustvarjanja ultrazvoka in povejte kakšne napake lahko pri tem odkrijemo? Primerjajte jo s preiskavo z X in gama žarki.

Odgovor:

Postopek: Ultrazvok je mehanično nihanje s frekvenco $f > 20$ kHz. Pri ultrazvočni defektoskopiji ni omejitve debeline materiala. Ultrazvoku dajejo materiali le malo upora; kovine, zlitine, porcelan itd. lahko prevajajo ultrazvok skozi več metrov, če so brez napak. Napake v materialu, kot so razpoke, tuji vključki, lunkerji itd., ultrazvočne valove odbijajo; odboji od napak se vračajo proti oddajniku, ki ima navadno istočasno vlogo sprejemnika. Ko je smer oddajanja ultrazvoka pravokotna na mejno površino materiala, vidimo na zaslonu začetni in končni odmev; vmes med obema pa je toliko odmevov, kolikor je napak. Na zaslonu se pojavijo odmevi napak v isti oddaljenosti od mejnih odmevov, kot je oddaljenost napak od mejnih površin preiskovanega materiala; to nam omogoča, da s pogledom na zaslon ugotovimo napake in njihovo mesto.

Nastanek ultrazvoka: Kot oddajnik ultrazvoka nam rabi kremenov kristal, ki se zaradi piezoelektričnega efekta pod vplivom izmenične napetosti krči in širi s frekvenco napetosti, posledica tega pa je mehansko valovanje – ultrazvok.

Odkrivanje napak: Ultrazvočna preiskava je zelo primerna za odkrivanje vseh vrst napak, tudi najmanjših. Omogoča odkrivanje položaja napak v vseh homogenih materialih. Nezanosljiva je le pri večjih odlitkih iz SL, ker ta absorbira ultrazvok.

Skupaj točk

64. Pojasnite pomen vzdrževanja strojev in orodij in opišite načine vzdrževanja.

Odgovor

Normalno delo in dobra kvaliteta stroja je odvisna od vzdrževanja stroja. Zaradi tega mora vzdrževalna služba skrbeti za redno vzdrževanje strojev. V splošnem pogosteje kontroliramo tiste stroje, ki so zelo pomembni ali pa njihovo nepravilno delovanje ogroža izpeljavo proizvodnje, okolico ali delavce. V ostalih primerih se držimo navodil proizvajalcev, ki predpišejo vzdrževalne intervale, oz. na koliko ur je potrebno opraviti servis in zamenjati iztrošene dele.

Glede na zahtevnost dela in opravil pri vzdrževanju ločimo:

- ❖ tekoče vzdrževanje,
- ❖ plansko preventivno vzdrževanje,
- ❖ investicijsko vzdrževanje in
- ❖ interventno vzdrževanje.

Tekoče vzdrževanje zajema plansko preventivna opravila, kot so čiščenje, mazanje, kontrolo pritovitosti vijakov, menjavo olja, kontrolo instrumentov, kontrolne preglede itd. Običajno se izvaja vsakodnevno.

Plansko preventivno vzdrževanje je vnaprej načrtovano glede na izkušnje in navodila proizvajalcev stroja. To so redni servisi, s katerimi lahko preprečimo nepredvidene zastoje in okvare tistih delov, ki imajo manjšo življenjsko dobo. Ker so to vnaprej načrtovana dela, je potrebno narediti časovni načrt, kdaj bo katera vzdrževalna aktivnost opravljena. Način vzdrževanja mora biti usklajen z veljavnimi varnostnimi in tehničnimi predpisi ter navodili proizvajalca.

Investicijsko vzdrževanje je načrtovano vzdrževanje, ki zajema srednja ter generalna popravila, ki so potrebna zaradi obrabe in iztrošenosti sestavnih delov. Takšno popravilo predstavlja večje stroške in investicijo v osnovno sredstvo, za katero se odločimo, če je nižja od investicije v nov stroj. Z generalnim popravilom se podaljša življenjska doba stroja.

Interventno vzdrževanje je potrebno, ko moramo opraviti nujno popravilo zaradi nastalih zastojev in nepredvidenih okvar. Te se pojavijo nenadoma zaradi iztrošenosti, nepravilnega delovanja ali nepravilnega vzdrževanja. To vzdrževanje je zelo moteče, saj zaradi tega stoji proizvodni proces.

Skupaj točk

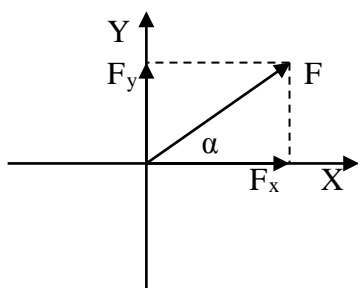
M1- NK - Načrtovanje konstrukcij

65. Sila

- a) Zapišite oznako in enoto za silo.
- b) Katere podatke moramo poznati, da je sila enoznačno določena?
- c) V katerem kvadrantu leži sila, če ima komponenti F_x in F_y pozitivni? Skicirajte!
- d) Kako izračunamo velikost in kot sile iz točke b, če poznamo velikosti F_x in F_y ?

Odgovor

- a) $F(N)$ (1t)
- b) Prijemališče sile- $T(x,y)$, smer sile- α in velikost sile- F (3t)
- c) V prvem (I) (2t)



d) $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ (2t)

$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_y}{F_x} \rightarrow \alpha$ (2t)

66. Statični moment sile

- Zapišite oznako in enoto za statični moment sile.
- Napišite matematični zapis za izračun momenta sile in pojasnite pomen simbolov.
- Pojasnite definicijo momenta sile in definicijo ročice.
- Izračunajte velikost momenta, ki ga sila $F=5\text{N}$, $\alpha=180^\circ$ in $T(1,2)\text{m}$ povzroča okrog koordinatnega izhodišča. Narišite skico.

Odgovor

a) $M(\text{Nm})$ (1t)

b) $M=F \cdot a$ (2t)

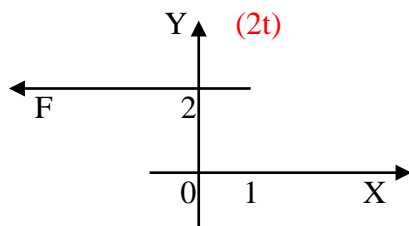
M – moment sile

F – sila

a – dolžina ročice

- c) Moment je produkt sile in ročice, pri čemer je ročica pravokotna (najkrajša) razdalja med smernico sile in vrtilščem (točko). (2t)

d) $M=5 \cdot 2=10\text{Nm}$ (3t)



67. Hookov zakon

- Napišite matematični zapis Hookovega zakona.
- Pojasnite kaj predstavljajo zapisani simboli v enačbi in kakšne so njihove enote.
- Pojasnite kakšen je pomen modula elastičnosti?

Odgovor

a) $\sigma=E \cdot \varepsilon$ (3t)

b) σ (N/mm^2) – napetost (4t)

E (N/mm^2) – modul elastičnosti, elastični modul

ε (%) – relativni raztezek

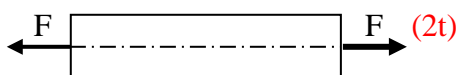
- c) Modul elastičnosti je teoretično dobljeno število, ki predstavlja s kolikšno napetostjo bi morali obremeniti nek element, da bi se podaljšal za eno svojo dolžino. (3t)

68. Natezne napetosti

- Skicirajte natezno obremenjen konstrukcijski element.
- Napišite matematični zapis za izračun natezne napetosti.
- Pojasnite kaj predstavljajo zapisani simboli v enačbi in kakšne so njihove enote.
- Kako imenujemo deformacijo, ki je posledica nateznih napetosti?

Odgovor

a)



b) $\sigma = \frac{F}{A}$ (3t)

c) σ (N/mm²) – natezna napetost (3t)

F(N) – natezna sila

A(mm²) – prečni prerez elementa

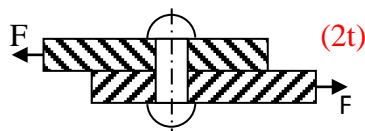
d) razteg oz.(relativni raztezek) (2t)

69. Strig

- Skicirajte strižno obremenjen konstrukcijski element.
- Napišite matematični zapis za izračun strižne napetosti.
- Pojasnite kaj predstavljajo zapisani simboli v enačbi in kakšne so njihove enote.
- Naštejte vsaj dva tipična primera, kjer se pojavi strig.

Odgovor

a)



b) $\tau = \frac{F}{A}$ (3t)

c) τ (N/mm²) – strižna napetost (3t)

F(N) – strižna sila

A(mm²) – prečni prerez elementa

d) obremenitev kovice, rezanje pločevine (štancanje) (2t)

70. Ležaji

- Kaj je ležaj in kako jih delimo?
- Naštejte vse možne kotalne elemente, ki se uporabljajo za kotalne ležaje.
- Naštejte glavne dele in glavne mere radialnega kotalnega ležaja.
- S čim običajno mažemo ležaje?

Odgovor

- Ležaj je strojni element, ki prenaša radialne in aksialne obremenitve z gredi ali osi na ohišje (temelj) in pri tem omogoča vrtenje. Delimo jih glede na način prenašanja obremenitve (na radialne in aksialne) ter glede na vrsto trenja (na drsne in kotalne) (3t)
- Kotalni elementi so: kroglice, valjčki, iglice, stožci in sodčki. (2t)
- Radialni kotalni ležaj je sestavljen iz notranjega in zunanjega obroča, kotalnih elementov oz. kotalk in kletke. Glavne mere pa so: notranji in zunanji premer ter širina ležaja. (3t)
- Ležaje običajno mažemo z oljem ali mastjo. (2t)

71. Osi in gredi

- Pojasnite bistveno razliko med osjo in gredjo.
- Naštejte kako gredi delimo glede na obliko.
- Naštejte po en primer uporabe za vsako obliko.

Odgovor

- Bistvena razlika je v tem, da je os obremenjena le na upogib, medtem ko je gred poleg upogiba obremenjena tudi na vzvoj (torzijo). (4t)
- Delimo jih na gladke, stopničaste in kolenčaste. (3t)
- Gladke – tekoči trakovi, stopničaste – reduktorji, kolenčaste – motorji z notranjim zgorevanjem (3t)

72. Gredne vezi in sklopke

- Pojasnite bistveno razliko med gredno vezjo in sklopko.
- Povezati morate dve gredi, ki sta popolnoma soosni. Katero gredno vez bi izbrali, da bi bila izvedba enostavna in poceni?
- Povezati morate dve gredi, med katerima je kot 40° . Katero gredno vez bi izbrali?
- Katere sklopke se najpogosteje uporabljajo v osebnih avtomobilih?

Odgovor

- V primeru, da sta dve gredi povezani z gredno vezjo, ju med obratovanjem ne moremo ločiti, če pa sta povezani s sklopko pa to lahko storimo v vsakem trenutku. (4t)
- Izbral bi togo gredno vez z mufo. (2t)
- Izbral bi kardanski zglob oz. kardan, lahko pa tudi homokinetični zglob. (2t)
- Največ se uporabljajo eno ali večlamelne sklopke. (2t)

M3- URE - Učinkovita raba energije

73. Kako bi razložil (definiral) temperaturo. (simbol, enote, kaj pomeni 0K)?

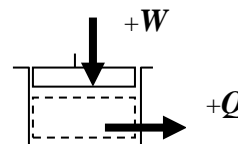
Temperatura opisuje povprečno kinetično energijo molekul, ki se neurejeno trkajo druga ob drugo. V izračunih uporabljamo Kelvine kot osnovno enoto, ostale enote so dopustne. OK pomeni da molekule imajo kinetično energijo nič torej obstojijo (običajno v kristalni zgradbi).

74. Kako bi razložil notranjo energijo in toploto (simbol, enote, obrazloži razliko na primeru posode z segreto vodo)?

Notranja energija je energija nekega telesa, toplota je pretakanje notranje energije preko meje sistema. Notranja energija $U(J)$, toplota $Q(J)$. Če je posoda s vodo termodinamični sistem predstavlja energija vode notranjo energijo, energija ki se prenaša skozi mejo sistema to je iz posode v okolico pa je toplota.

75. Kaj pravi I. zakon termodinamike za zaprte sisteme (enačba in pomen simbolov, predznaki dela in toplote na primeru valja motorja)?

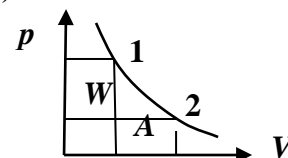
I zakon za zaprte sisteme pravi, da je neto prirast (padec) notranje energije enak neto energiji, ki je prešla mejo sistema kot toplota ali delo. $\Delta U = -W + Q$ enote so (J).



76. Kako bi razložil tehnično in absolutno delo (definicija, enote, prikaz v diagramu »p,v«)?

Tehnično delo je tisto ki ga iz sistema dobimo z večkratno spremembo njegovega stanja. Za tehnično delo je potrebna razlika tlakov. Enota je (J).

Absolutno delo je tisto ki ga dobimo pri enkratni spremembi prostornine. Za absolutno delo je potrebna sprememba volumna. Enota je (J).



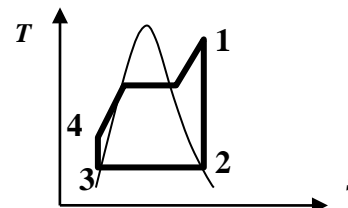
Ploščina med točko 1,2, in ordinato je
Ploščina med 1,2, in abciso je absolutno delo.

77. Kaj je izohora, izobara, izoterma, izentropa, izentalpa, izohigra.

Izohora je prebrzba pri $V = \text{konst.}$ (V je volumen)
 Izobara je prebrzba pri $p = \text{konst.}$ (p je tlak)
 Izoterma je prebrzba pri $T = \text{konst.}$ (T je temperatura)
 Izentropa je prebrzba pri $S = \text{konst.}$ (S je entropija)
 Izentalpa je prebrzba pri $H = \text{konst.}$ (H je entalpija)
 Izohigra je prebrzba pri $x = \text{konst.}$ (x je vlažnost zraka).

78. Nariši desni Rankinov krožni proces v »T,s« diagramu in ga opiši ?

1>2 je izentropna ekspanzija v turbini, (tu se proizvaja mehansko delo),
 2>3 je kondenziranje pare v kondenzatorju (odvod odvečne toplote v reko ali okolico),
 3>4 izentropna kompresija s črpalko. (porablja zanemarljivo malo dela),
 4>1 izobarno segrevanje vode v kotlu zatem uparjanje in zatem pregrevanje pare do (tu je največ izgub energije),



79. Opiši načine prenosa toplote, naštej tri izolatorje in tri najboljše prevodnike toplote ?

Prenos toplote se sestoji iz: prevoda (skozi trdo ali tekočo snov), prestopa (iz trdega na zrak, vpliva hitrost gibanja zraka), sevanja (iz toplega na hladno telo). Izolatorji so plini, vlaknasti materiali in penoplasti, prevodniki pa nekovinski kristali (diamant, grafit, silicijev karbid...) čiste kovine in zlitine.

80. Zakaj so potrebni tarifni sistemi in kaj so osnove teh sistemov?

Tarifni sistemi so nujni zato da je obseg proizvodnje in dobave energije usklajen s porabo energije. KDOR NUJNO POTREBUJE ENERGIJO V DOLOČENEM ČASU NAJ JO PLAČA PO VIŠJI CENI. Osnove tarifnih sistemov so: ločen obračun priključne moči od porabe energije, časovna razmejitev (dan/noč, zima /leto), ločen obračun konične in povprečne porabljene energije, ločen obračun za male in velike porabnike.

M5 - PMD - Prostorsko modeliranje in priprava dokumentacije

81. Pojasnite značilnosti in uporabo tesnega ujema. (10 točk)

- Definirajte tesni ujem in nadmero.
- Skicirajte tesni ujem in ga kotirajte ter poimenujte.
- Navedite vsaj tri primere uporabe tesnega ujema v praksi.

Odgovor:

- Tesni ujem pomeni, da je izvrtina vedno manjša od čepa (gredi). Nadmera je negativna razlika med mero luknje in mero čepa (gredi) pred druženjem. (3 točke)
- Skica:



P_o Največja nadmera P_u najmanjša nadmera (4 točke)

- Tesni ujem uporabljamo za vgraditev ležajne puše, za vgraditev vencev zobnikov, za vgraditev vencev koles. (3 točke)

82. Pojasnite značilnosti in uporabo ohlapnega ujema. (10 točk)

- Definirajte ohlapni ujem in ohlap.
- Skicirajte ohlapni ujem in ga kotirajte ter poimenujte.
- Navedite vsaj tri primere uporabe ohlapnega ujema v praksi.

Odgovor:

- Ohlapni ujem pomeni, da je izvrtina vedno večja od čepa (gredi). Ohlap je pozitivna razlika med mero luknje in mero čepa (gredi) pred druženjem. (3 točke)
- Skica:



P_o Največji ohlap P_u najmanjši ohlap (4 točke)

- Ohlapni ujem uporabljamo za drsne ležaje, drsna vodila, gibljivi deli vilic in ročic. (3 točke)

83. Pojasnite značilnosti in uporabo tolerance oblike. (10 točk)

- Definirajte toleranco oblike
- Naštejte vse tolerance oblike in skicirajte simbole
- Skicirajte valj s premerom 30 mm in dolžino 80 mm. Kotirajte. Označite toleranco za krožnost z dopustnim odstopanjem 0,15 mm.

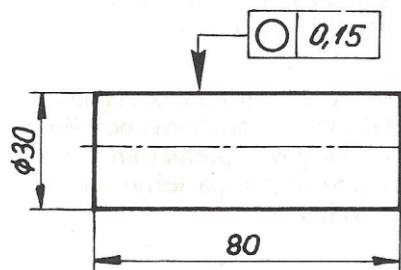
Odgovor:

- Toleranca oblike podaja največje dovoljeno odstopanje od referenčne geometrijsko idealne oblike. Določa obliko strojnega dela in območje, znotraj katerega mora biti ta oblika. (3 točke)

- Tolerance oblike so: (3 točke)

PREMOST	—
RAVNOST	
KROŽNOST	○
OBLIKA VALJA	
OBLIKA LINIJE	⌒
OBLIKA POVRŠINE	⊂

- Skica: (4 točke)

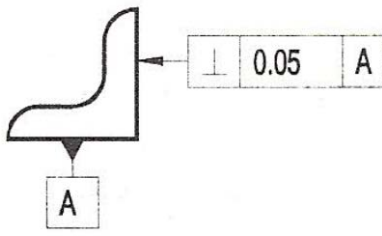


84. Pojasnite značilnosti in uporabo tolerance lege. (10 točk)

- Definirajte toleranco lege
- Naštejte vse tolerance lege in skicirajte simbole
- Skicirajte kotnik. Označite toleranco za pravokotnost z dopustnim odstopanjem 0,05 mm.

Odgovor:

- Toleranca lege podaja največje dovoljeno odstopanje od referenčne geometrijsko idealne lege enega ali več elementov. Določa lego strojnega dela in območje, v katerem mora ležati element. (3 točke)

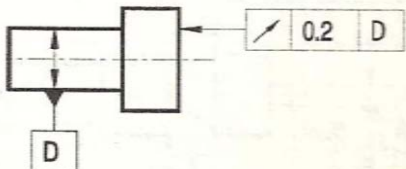
<ul style="list-style-type: none"> • Tolerance lege so: (3 točke) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">VZPOREDNOST</td> <td style="padding: 5px;">//</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">PRAVOKOTNOST</td> <td style="padding: 5px;">⊥</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">NAGIB</td> <td style="padding: 5px;">∠</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">LEGA</td> <td style="padding: 5px;">⊕</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">SOOSNOST</td> <td style="padding: 5px;">◎</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">SOMERNOST</td> <td style="padding: 5px;">≡</td> </tr> </table>	VZPOREDNOST	//	PRAVOKOTNOST	⊥	NAGIB	∠	LEGA	⊕	SOOSNOST	◎	SOMERNOST	≡	<ul style="list-style-type: none"> • Skica: (4 točke) 
VZPOREDNOST	//												
PRAVOKOTNOST	⊥												
NAGIB	∠												
LEGA	⊕												
SOOSNOST	◎												
SOMERNOST	≡												

85. Pojasnite značilnosti in uporabo tolerance teka. (10 točk)

- Definirajte toleranco teka
- Naštejte vse tolerance teka in skicirajte simbole
- S skico prikazite toleranco opletanja na valjastem predmetu. Označite toleranco za opletanje z dopustnim odstopanjem 0,2 mm.

Odgovor:

- Tolerance teka vsebujejo največjo dovoljeno vrednost za odstopke od krožnega teka, ki ga merimo v radialni smeri, in dovoljeno vrednost za opletanje, ki ga merimo v aksialni smeri glede na referenčni element (os ali ravnino), ki je idealne geometrijske oblike. (3 točke)

<ul style="list-style-type: none"> • Tolerance teka: (3 točke) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">KROŽNI TEK in OPLETANJE</td> <td style="padding: 5px;">↗</td> </tr> </table>	KROŽNI TEK in OPLETANJE	↗	<ul style="list-style-type: none"> • Skica: (4 točke) 
KROŽNI TEK in OPLETANJE	↗		

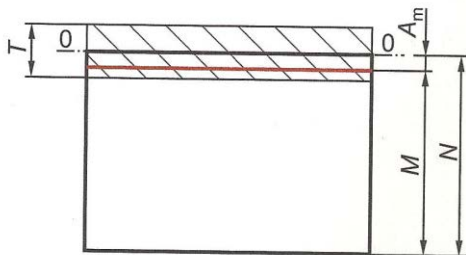
86. Pojasnite značilnosti in uporabo toleranc mer (10 točk)

- S skico pokažite vse pojme toleranc in jih poimenujte
- Pojasnite neposredno in posredno podajanje odstopkov

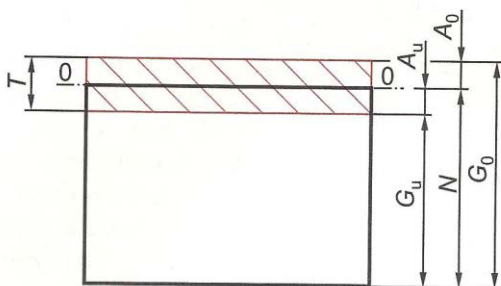
- Pojasnite značilnost tolerančnega polja H in h

Odgovor:

- Skica: (4 točke)

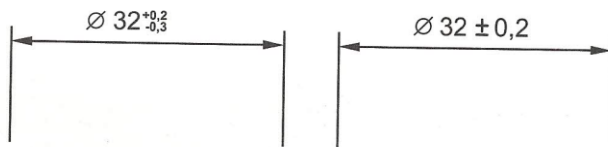


Dejanska mera, dejanski odstopke



Mejni meri, odstopka, imenska mera, toleranca

- Neposredno podajanje odstopka pomeni, da odstopke (ali odstopka) zapišemo za imensko mero z manjšo pisavo v milimetrih.



Posredno podajanje odstopka pomeni, da za imensko mero podamo lego tolerančnega polja s črko in velikost tolerančnega polja s številko npr. 20h9. (3 točke)

- Značilnost polja H: uporablja se za izvrtine, spodnji imenski odstopke je nič, zgornji pa je pozitiven. Značilnost polja h: uporablja se za čepe (gredi), spodnji imenski odstopke je negativen, zgornji pa je nič. (3 točke)

87. Pojasnite značilnosti in uporabo prerezov na tehničnih risbah (10 točk)

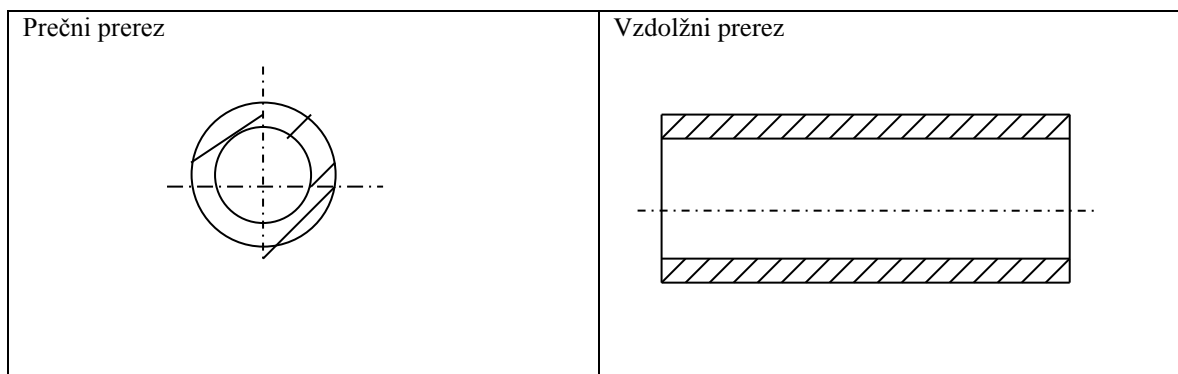
- Kaj je prerez in kdaj ga uporabljamo
- Naštej vse vrste prerezov in pojasni značilnosti.
- Skicirajte v narisu cev z notranjim premerom 25 mm, debelino stene 3 mm in dolžino 50 mm. Narišite prečni in vzdolžni prerez.

Odgovor:

- Prerez je risba predmeta kot ga vidimo, če ga prerežemo z namišljeno ravnino rezanja. Uporabljamo ga za votle strojne elemente, da lahko kotiramo. Nevidnih robov v pogledu ne smemo kotirati. (3 točke)
- Vrste prerezov: (4 točke)
 - vzdolžni prerez: namišljena ravnina rezanja je postavljena na vzdolžno os predmeta
 - prečni prerez: namišljena ravnina rezanja je postavljena pravokotno na vzdolžno os predmeta

- c) polovični prerez: namišljena ravnina rezanja nam odreže eno četrtino predmeta. Polovica predmeta je narisana v pogledu, polovica pa v prerezu.
- d) delni prerez: za prikaz podrobnosti v notranjosti elementa narišemo prerez samo tam in ga omejimo s tanko prostoročno črto.
- e) zvrtni prerez: Če predmet prečno prerežemo, prerez zavrtimo za 90° in ga narišemo v pogledu.

• (3 točke)

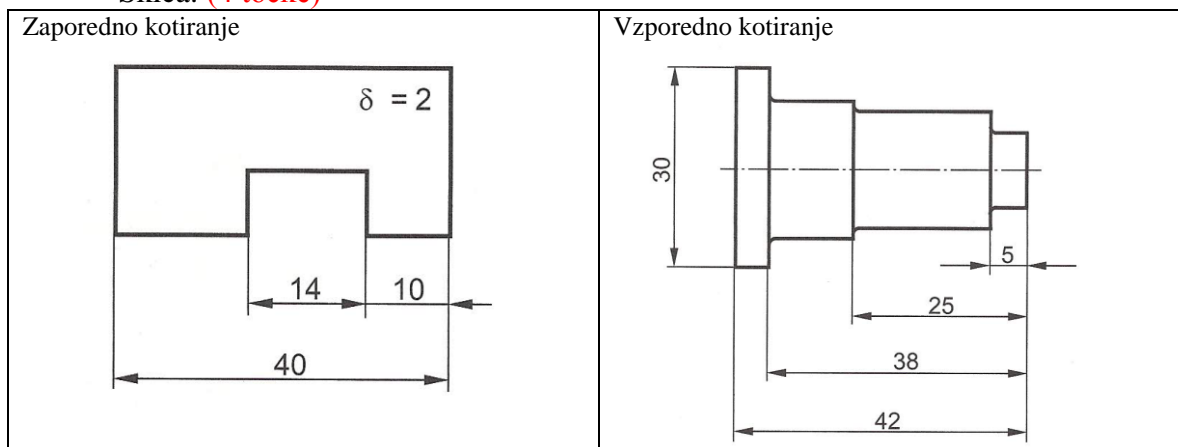


88. Pojasnite značilnosti in uporabo kotiranja na tehničnih risbah (10 točk)

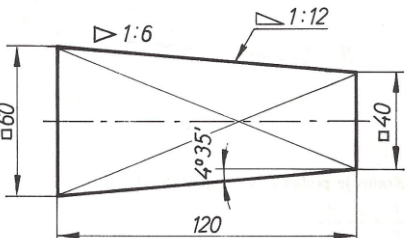
- S skico pojasni razliko med vzporednim in zaporednim kotiranjem
- Skicirajte pravilno štiristrano prisekano piramido v pogledu (zoženje), ki ima stranici osnovnih ploskev 60 mm in 40 mm ter višino 120 mm. Kotirajte in izračunajte zoženje.
- Naštejte elemente kotiranja. Definirajte odmike in vrste črt pri kotiranju.

Odgovor:

- Skica: (4 točke)



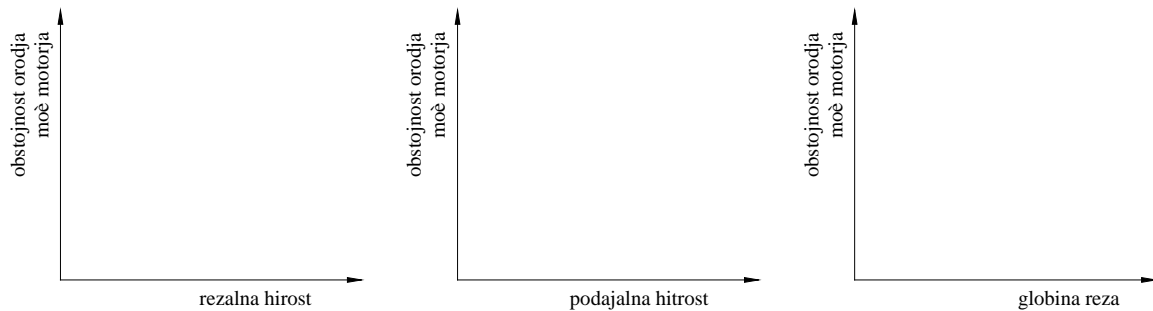
- Skica in izračun: (4 točke)

	$\frac{1}{x} = \frac{a - a_1}{l}$ <p> $a = 60 \text{ mm}$ $a_1 = 40 \text{ mm}$ $l = 120 \text{ mm}$ </p> <p style="text-align: right;">Izračunamo $x=6$</p> <p>Izračun kota:</p> $\text{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{a-a_1}{2l} = \frac{60-40}{240} = 0,0808 \dots \frac{\alpha}{2} = 4^\circ 35'$
---	---

- Elementi kotiranja so kotirna črta, pomožni kotirni črti in kotirna številka. Kotirna črta je 10 mm nad vidnim robom, podaljšek pomožne kotirne črte je 2 mm. Kotirna številka se vpisuje na sredino kotirne črte. Vse črte pri kotiranju so tanke polne črte. (2 točki)

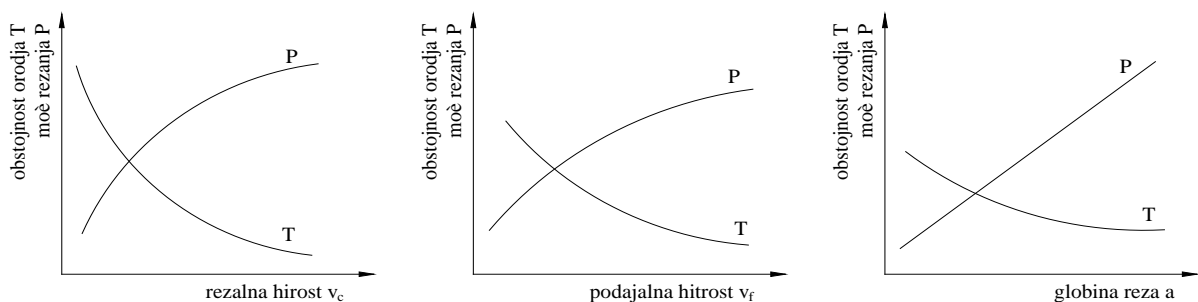
M6 - RPT - Računalniško podprte tehnologije

89. Kako vpliva rezalna hitrost, podajanje in globina reza na izrabo moči motorja in na obstojnost orodja? Dopolni diagrame.



Odgovor:

- Pri povečanju naštetih vrednosti se poveča potrebna moč motorja, obstojnost orodja pa se zmanjša (1 točka)
- Dopolnjene oznake koordinatnih osi (3 točke)



- krivulje (3 x 2 točki = 6 točk)

90. Kaj je umerjanje orodij? Zakaj moramo orodja umerjati? Kako to naredimo pri profesionalnih in kako pri didaktičnem stroju EMCO?

Odgovor:

- Geometrija orodij je različna. Večina obdelovancev zaradi svoje geometrijske oblike zahteva obdelavo z več orodji. Menjava orodij se izvaja v točki vstavitve orodja (3 točke).
- Pri profesionalnih strojih je potrebno poznati razdaljo med točkama E in B, ki je razvidna iz orodnega lista. To vrednost je potrebno vnesti v krmilnik, da jo lahko pri zamenjavi orodja odšteje (4 točke).

- Pri didaktičnih strojih EMCO je potrebno poznati razdaljo met točkama B₁ in B₂ dveh različnih orodij, da lahko izvedemo korekcijo orodja z ukazom M06 v programu (3 točke).

91. Kaj je prednastavljanje orodij?

Odgovor:

- Orodja večinoma umerjamo izven stroja, kar imenujemo prednastavljanje (2 točki).
- Pri tem orodje z držalom vpnemo v merilno napravo, podobno kot v vreteno stroja, nato pa s pomočjo merilnika (mehanskega, optičnega ali elektronskega) orodja umerimo (2točki).
- Tak način omogoča stalno delovanje stroja (2 točki).
- Rezultate umerjanja vpišemo v orodni list (2 točki).
- Podatki o orodju se iz orodnega lista vnesejo v krmilnik stroja (2 točki).

92. Katere so glavne razlike CNC odrezovalnega stroja glede na klasični stroj, prednosti in slabosti. Navedi vsaj tri trditve za posamezno podvprašanje.

Odgovor:

- razlike:
 - CNC stroj ima prigrajeno računalniško enoto,
 - CNC stroj krmili računalnik,
 - Vodila so pri klasičnih strojih drsna, pri CNC strojih pa kotalna
 - S kotalnimi vodili zmanjšamo koeficient trenja,
 - Vsa gibanja dosežemo z elektromotorji, ki jih vklaplja in izklaplja računalnik (3 točke).
- Prednosti:
 - Velika produktivnost,
 - natančnost izdelave na 10⁻³ mm,
 - varnost pri delu
 - možnost dela v smeri šestih koordinatnih oseh
 - izognemo se sili lepenja, ki je dvakrat večja od koeficienta trenja in povzroča sunkovite gibe na prehodu iz mirujočega stanja v gibanje,
 - Rezalna hitrost je lahko konstantna, ne glede na spremembo premera izdelka. Zato je površina izdelka enakomerna.
 - CNC stroj lahko popolnoma avtomatiziramo (4 točke).
- Slabosti:
 - Visoka nabavna cena,
 - Bolj izobražen kader,
 - Če ni dovolj dela, imamo velike stroške (3 točke).

93. Kaj določa programska funkcija G03 (M02)? Kako ugotavljamo smer krožnega gibanja?

Odgovor:

- G03 – delovni gib; krožno gibanje v nasprotni smeri urinega kazalca (3 točke).
- M02 – zagon glavnega vretena v smeri urinega kazalca oziroma vrtenje glavnega vretena v levo (3 točke).
- Smer krožnega gibanja ugotavljamo glede na prosto koordinato. Gibanje opazujemo v smeri od pozitivnega kraka proste osi v smeri proti negativnemu kraku (4 točke).

94. Kaj označujejo črke I, J in K v programu in kakšno vrednosti imajo? V katerem programskem stavku se nahajajo? Kateri programski stavek je pred tem stavkom in kaj določa?

Odgovor:

- To so interpolacijski parametri oziroma osi pomožnega koordinatnega sistema, ki določajo dolžino krožnega loka. Vrednosti so absolutne, torej imajo vedno pozitivni predznak (2 točki).
- I je razdalja med začetno in središčno točko krožnega loka v smeri osi X (2 točki).
- J je razdalja med začetno in središčno točko krožnega loka v smeri osi Y (2 točki).
- K je razdalja med začetno in središčno točko krožnega loka v smeri osi Z (2 točki).
- Nahajajo se v programskem stavku M99. Pred tem stavkom je stavek G02 ali G03, ki določa krožno gibanje (2 točki)

95. Kje se nahaja koordinatna os z pri stružnici? Kakšno gibanje popisuje koordinata x pri stružnici oziroma pri frezalnem stroju? Kakšno je pravilo pri določanju pozitivnih krakov koordinatnih osi pri stružnici oziroma pri frezalnem stroju? Kam postavimo koordinatno izhodišče W (EMCO) pri stružnicah oziroma pri frezalnih strojih?

Odgovor:

Stružnica:

- Koordinatna os z je na simetrali glavnega vretena (1 točki)
- Koordinata x popisuje prečno gibanje glede na desnorčni Kartezijev koordinatni sistem (2 točki)
- Pozitivni kak X in Z osi je vedno usmerjen od obdelovanca proti orodju (1 točki)
- Koordinatno izhodišče je kjerkoli na koordinatni osi Z, vendar zaradi poenostavljenja določitve koordinat ga predvidimo v skrajni desni točki končnega izdelka (1 točki)

Frezalni stroj:

- Koordinatna os x popisuje vzdolžno gibanje glede na obdelovalno mizo (1 točki)

- Pozitivni krak koordinate z je usmerjen v smeri od obdelovanca proti orodju, ostale koordinate pa so usmerjene glede na desnoročni Kartezijev koordinatni sistem, kjer koordinata x opisuje gibanje v vzdolžni smeri obdelovalne mize (2 točki)
- Koordinatno izhodišče W običajno postavimo v eno od oglišč surovca. Koordinata Z naj bo na višini poravnane čelne ploskve (2 točki)

96. Kakšna je prednost uporabe programskih stavkov za ciklično struženje ali frezanje. Opiši stavek G84, G88 in G72.

Odgovor:

- Ukazi za ciklično odrezovanje nam poenostavijo programiranje, ker z enim ukazom opišemo več gibov (1 točki)
- G84 – ciklično vzdolžno struženje. Konica orodja se nahaja v izhodiščni točki cikla, ki je na varni razdalji od obdelovanca, potem pa vpišemo koordinate končne diagonalne točke, podajalno hitrost in globino reza. Po opravljenem delu se konica orodja vrne v izhodiščno točko (3 točki)
- G88 – ciklično prečno struženje. Uporablja se podobno kot ukaz G84. Največkrat se uporablja za poravnavo čelne ploskve (2 točki)
- G72 – rezkanje žepa – izdelamo lahko poglobitev v material z zaokroženimi vogali ali poravnavo čelne ploskve surovca. Cikel rezkanja žepa se začne in konča v isti točki. Stroj samodejno opravi ustrezno število prehodov orodja. Širina žepa oziroma utora mora biti večja od premera rezkala (4 točki)

○