

5.0 Postopki preoblikovanja

Preoblikovanje je pretvarjanje neke že obstoječe oblike trdne snovi v drugo s plastično deformacijo (npr. z valjanjem, vlečenjem, kovanjem, stiskanjem itd.), pri čemer je bistveno to, da ostaneta masa in medsebojna vez v materialu ohranjeni.

V nadaljnjem se bomo omejili v glavnem na področje (plastičnega) preoblikovanja kovin, pri katerem spreminjamo določeno prvo obliko surovcev v drugo, ne da bi zmanjševali maso oziroma volumen obdelovancev. Ker s preoblikovanjem lahko posamezne dele tudi spajamo, sodijo sem tudi postopki kovičenja, robljenja ipd. Tehnika preoblikovanja povezuje torej vse tiste procese tehnološke obdelave, pri katerih težimo za idealom proizvodnje t. j. izdelavo brez odpadkov.

Načelo tehnološke obdelave pri preoblikovanju kovin temelji na plastičnosti preoblikovanega materiala ter določeni funkcionalni zvezi med orodjem in strojem. Želena sprememba oblike obdelovancev lahko povzročajo preoblikovalna orodja

- a) neposredno,
- b) s posrednim učinkom nekega medija,
- c) s posrednim delovanjem kinetične ali kake druge vrste energije.

Preoblikovalna orodja (toga, elastična) so obdelovalna sredstva, ki oblikujejo obdelovance ali spreminjajo njihovo obliko in lego, včasih celo njihove lastnosti, tako da se nasproti njim premikajo in prenašajo nanje preoblikovalno silo oziroma energijo. Oblikovalni mediji so trdne, tekoče ali plinaste snovi, ki nimajo svoje oblike, ki pa z določeno vrsto energije (mehansko, toplotno) ali s kemičnimi reakcijami povzročijo spremembe na obdelovancih. Potrebno preoblikovalno energijo lahko pridobimo npr. ob detonaciji ali eksploziji razstreliva, z magnetnim poljem itd.

Naloga preoblikovalnega orodja je, da prenaša zunanje sile ali momente na obdelovanca in povzroči na njem zahtevane oblikovne in dimenzijske spremembe. Pri tem je predvidena oblika lahko deloma ali povsem zajeta že v samem orodju. Čim popolnejša je oblika orodja, tem manjše je potrebno število relativnih gibov med orodjem in obdelovancem. V skrajnem primeru zadošča za preoblikovanje že en sam delovni gib orodja. Nepopolne oblike orodij terjajo večje število delovnih gibov v sistemu stroj-orodje-obdelovanec, zato pa so taka orodja cenejša in bolj univerzalna.

Pri prenašanju sil od stroja na obdelovance so orodja močno obremenjena. Zlasti aktivna orodja, ki so v neposrednem dotiku z obdelovancem, morajo biti kos vsem nastopajočim obremenitvam. Močni obrabi ter mehanskim in toplotnim obremenitvam izpostavljeni aktivni elementi preoblikovalnih orodij so zaradi tega izdelani iz najodpornjših materialov. Velika oblikovna in merska natančnost izdelkov pa zahtevata zelo precizno izdelavo orodij ter kvalitetne površine zlasti na aktivnih delih, po katerih material med preoblikovanjem drsi. Zato so te površine orodij vedno polirane, kar zmanjšuje njihovo obrabo. Oblikovna in merska natančnost izdelkov sta odvisni od natančnosti vodenja orodij oziroma njihovih elementov. Zato so največkrat potrebna vodila ne le na preoblikovalnem stroju, temveč tudi v samem orodju.

Vloga in pomen tehnike preoblikovanja

Ne glede na vrsto preoblikovalnega postopka lahko plastična deformacija kovine poteka pri različnih temperaturah, kar je odvisno od vrste in tehnoloških lastnosti preoblikovanega materiala. Pri tem je tako za postopek sam kakor tudi za lastnosti deformiranega materiala pomembno, ali surovce pred preoblikovanjem segrevamo

ali ne. V obeh primerih se namreč lahko trdnostne lastnosti obdelovancev spreminjajo. in to trajno ali samo prehodno. Čeprav je poglavitni namen plastičnega preoblikovanja spreminjanje zunanjih oblik obdelovancev, poizkušamo doseči hkrati tudi določeno notranjo strukturo materiala in spremembo njihovih trdnostnih lastnosti. Ker se kristalna zrna in razni tuji vključki v materialu v smeri preoblikovanja raztezajo, je mogoče izbirati preoblikovalne postopke tako, da se potek vlaken prilagaja zunanjim oblikam obdelovancev ali celo smeri kasnejše glavne obremenitve. Izboljšanje trdnostnih lastnosti v tej smeri pa omogoča znatno boljše izkoriščanje materiala. Naposled je mogoče pri hladnem preoblikovanju bistveno izboljšati tudi površino obdelovancev, kar je posebno pomembno pri množični izdelavi.

Pri masivnem preoblikovanju spreminjamo obliko surovcev v glavnem s premeščanjem snovi z enega na drugo oziroma druga mesta. Tako lahko dobimo želeno obliko izdelka z najmanjšo možno količino materiala. V primerjavi s postopki odrezavanja, pri katerih moramo odvečen material razrezati celo še najmanjše odrezke, ostružke ali še manjše odpadke, je mogoče dosegati pri masivnem preoblikovanju precejšnje prihranke pri materialu. Dostikrat se dajo izdelovati vmesne ali celo končne oblike brez večje naknadne obdelave z odrezavanjem, torej z majhno količino odpadkov ali v idealnem primeru brez njih.

Značilni primeri za to so npr. vijaki z uvaljanim navojem ipd. Primeri, da bi dosegel obdelovanec končno obliko izključno s preoblikovanjem, so še redki, vendar je tak cilj zaželen. Postopke preoblikovanja in odrezavanja je treba torej med seboj optimalno uskladiti, da bi bili celotni stroški za izdelavo funkcionalno ustreznih obdelovancev kar najmanjši.

V primerjavi z drugimi postopki obdelave so za postopke preoblikovanja kovin značilne velike sile in napetosti, ki dosegajo pri hladnem preoblikovanju jekel tudi do $2,5 \text{ kN/mm}^2$ in več. Ker se pri gnetenju materiala deformira pogostokrat celoten obdelovanec ali vsaj velik del njegove mase, so tudi preoblikovalne sile nasploh zelo velike. Zaradi tega so stroji za preoblikovanje razmeroma težki in dragi, velika in težka pa so tudi ustrezna orodja. Veliki stroški, s kakršnimi je zvezana nabava preoblikovalnih strojev in orodij, omogočajo gospodarno izdelavo po navadi šele pri določeni minimalni količini izdelkov. Znatni prihranki pri materialu, izdatna storilnost z najkrajšimi izdelovalnimi časi, velika merska in oblikovna natančnost izdelkov v mejah določenih toleranc ter ugodne mehanske lastnosti materiala, ki so pomembne zlasti pri dinamičnih obremenitvah izdelkov, so prednosti preoblikovanja, ki torej prihajajo do veljave šele takrat, kadar so količine izdelkov dovolj velike. Gospodarski in tehnični razvoj v zadnjih desetletjih pa je že omogočil, da so potrebe po različnih množičnih izdelkih v svetu močno narasle, zlasti na področju avtomobilske in motorne industrije, elektroindustrije ter kovinsko predelovalne industrije, tako da je uporaba preoblikovalnih postopkov vse bolj upravičena. Ker se hkrati z nenehnim naraščanjem obsega proizvodnje v strojništvu, danes vse bolj postavlja tudi vprašanje optimalnega izkoriščanja energije in surovin, imajo postopki obdelave kovin s preoblikovanjem velik gospodarski pomen in izredne perspektive tudi za našo strojno in kovinsko predelovalno industrijo. ustrezajočih obdelovancev kar najmanjši.

Razdelitev preoblikovalnih p o s t o p k o v

Glede na geometrijsko obliko izhodnega materiala lahko delimo preoblikovalne postopke v dve skupini:

- a) preoblikovanje z gnetenjem (masivno preoblikovanje) ter
b) preoblikovanje pločevine.

V prvo skupino prištevamo postopke valjanja, kovanja, vlečenja, stiskanja in iztiskavanja masivnih surovcev, medtem ko zajema druga skupina postopke preoblikovanja pločevine, zlasti globoko vlečenje, upogibanje, štancanje in druge. Teoretično taka razvrstitev postopkov seveda nima pomena, saj so lahko npr. ron dele izhodna oblika surovcev za hladno iztiskavanje kakor tudi za globoko vlečenje. V zadnjem času se je uveljavila delitev po vrsti poglavitnih obremenitev, ki povzročajo plastično deformacijo. Te so lahko: tlačna sila, natezna sila, upogibni moment, strižna sila oziroma torzijski moment ter kombinacija tlačne in natezne sile (slika 1).

PREOBLIKOVANJE														
TLAK					NATEG			NATEG TLAK		UPOGIB			STRIG	
VALJANJE	PROSTO KOVANJE	KOVANJE V UTOPIH	VTISKAVANJE	IZTISKAVANJE	DALJŠANJE	ŠIRJENJE	IZBOČENJE	VLEČENJE ŽICE	GLOBOKO VLEČENJE	UPOGIBANJE	ZAUPOGIBANJE	VIHANJE	STRIŽENJE (REZANJE)	ZVOJ

Slika 1

I. TLAČNO PREOBLIKOVANJE

Prva in najvažnejša skupina postopkov so tisti, pri katerih nastajajo plastične deformacije materiala pod vplivom zunanje tlačne obremenitve med dvema deloma orodja, ki se gibljeta drugo proti drugemu in povzročata v preoblikovalni coni obdelovanca (neposredno ali posredno) eno- ali več osno tlačno napetostno stanje. V to skupino sodijo: valjanje, prosto oblikovanje (kovanje), oblikovanje v utopih (kovanje, stiskanje), vtiskavanje in iztiskavanje.

II. TLAČNO-NATEZNO PREOBLIKOVANJE

Plastično deformacijo povzroča kombinacija tlačne in natezne obremenitve. V to skupino uvrščamo npr. vlečenje (žice, profilov, cevi), globoko vlečenje (pločevine), potisno oblikovanje, vlečenje vratov ipd.

III NATEZNO PREOBLIKOVANJE

Tretjo skupino tvorijo postopki, pri katerih nastaja plastična deformacija kovine izključno pod vplivom eno- ali večosne natezne obremenitve. Sem spadajo npr. daljšanje, širjenje in izbočevanje.

IV. UPOGIBNO PREOBLIKOVANJE

Upogibanje je preoblikovanje pod vplivom upogibne obremenitve oziroma kombinacije natezne in tlačne napetosti, ki povzročata moment. V to skupino štejemo prosto upogibanje in upogibanje v utopu, vlečno upogibanje, uklonsko upogibanje, vihanje, zaupogibanje, ovijanje, okroglenje, ravnanje.

V. STRIŽNO PREOBLIKOVANJE

Plastično deformacijo povzroča v glavnem strižna obremenitev. Primera: prečno premikanje (rezanje) ter zvijanje. Ne glede na gornjo razvrstitev postopkov preoblikovanja po vrsti obremenitve, moramo postopke razločevati tudi po časovnem poteku preoblikovalne operacije. Delimo jih lahko v

- a) stacionarne,
- b) nestacionarne (periodične, aperiodične) postopke.

Za stacionarne postopke je značilno to, da so robni pogoji v preoblikovalni coni časovno nespremenljivi, razen na začetku in ob koncu preoblikovanja. Slika preoblikovalne cone je stalna (valjanje, vlečenje, iztiskavanje). Pri tem je izračun preoblikovalnih sil in deformacijskega dela razmeroma preprost.

Pri periodičnih nestacionarnih postopkih se trenutna slika preoblikovalne cone spreminja in sicer v časovno ponavljajočem se vrstnem redu, medtem ko se pri aperiodičnih nestacionarnih preoblikovalnih postopkih pretvorbe ne ponavljajo. Periodični postopki so npr. kovaško valjanje, valjanje na romarskih valjih, krožno kovanje in tanjšanje pri prostem kovanju. Aperiodični postopki so: globoko vlečenje, nakrčevanje, kovanje v utopu in upogibanje.

Nasploh ima večina postopkov, ki dajejo obdelovancu že določeno končno obliko, značaj aperiodičnih nestacionarnih procesov, medtem ko nahajamo stacionarne periodične postopke samo pri takih preoblikovalnih procesih, kjer dobimo šele neko predhodno ali vmesno obliko.

Pomemben tehnološki faktor pri preoblikovalnem procesu je temperatura preoblikovanja, ki se določa glede na vrsto in tehnološke lastnosti preoblikovane kovine. Zato delimo preoblikovanje včasih tudi na

- a) preoblikovanje v toplem
- b) preoblikovanje v hladnem.

Pri toplem preoblikovanju surovce najprej segrejemo na ustrezno temperaturo. Ker se pri tem kristalna struktura zrahlja, se zmanjša tudi odpor proti plastični deformaciji in poveča deformabilnost materiala. Nastajajoča utrditev kovine med preoblikovanjem zaradi toplotnih vplivov sproti izginja.

Hladno preoblikovanje imenujemo pravi loma preoblikovanje pri temperaturi okolice brez poprejšnjega segrevanja. Značilno zanj je, da terja navadno večje preoblikovalne sile. Utrditev materiala v hladnem lahko povzroči pri velikih plastičnih deformacijah lokalne porušitve (razpokanje) kovine. Zato moramo v takih primerih preoblikovati v več zaporednih fazah, med njimi pa je treba utrditev vmesnih oblik odpraviti z vmesnim žarjenjem kovine.