

7.5.5 Strojno odrezovanje

Skorajda vsi izdelki so danes strojno izdelani. Zaradi tega je, v primerjavi z ročnim odvzemanjem, izdelava natančnejša, varnost pri delu večja in znatno zmanjšan delež stroškov s krajšanjem časa obdelave. Množica različnih oblik obdelovancev in materialov potrebuje različne postopke strojne obdelave z ustreznimi stroji. Važnejši postopki so navedeni v preglednici na desni.

Gibanja orodja in obdelovanca

Tako kot pri ročnem odrezovanju so tudi pri strojnih postopkih izdelave z rezanjem potrebna različna gibanja (slika 1).

Na obdelovalnih strojih razlikujemo štiri vrste gibanja: rezalno ali glavno gibanje, podajalno gibanje, pristavljanje, nastavitveno gibanje.

Rezalno (glavno) gibanje

Odrežovanje se izvaja pri rezalnem gibanju. To gibanje je pri vrtanju, struženju, rezkanju... **krožno**, pri skobljanju, pehanju... **premočrtno**. Pri pehanju rezalno gibanje opravlja orodje, za razliko od struženja, pri katerem obdelovanec opravlja glavno gibanje. Velikost rezalnega gibanja označuje **rezalna hitrost v_c** .

Hitrost je fizikalna količina za opravljeno pot v časovni enoti.

$$\text{hitrost} = \frac{\text{pot}}{\text{čas}} \quad v = \frac{s}{t} \quad [v] = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Rezalna hitrost pri krožnem gibanju obdelovanca se izračuna z enačbo:

hitrost = obseg obdelovanca · vrtilna frekvenca

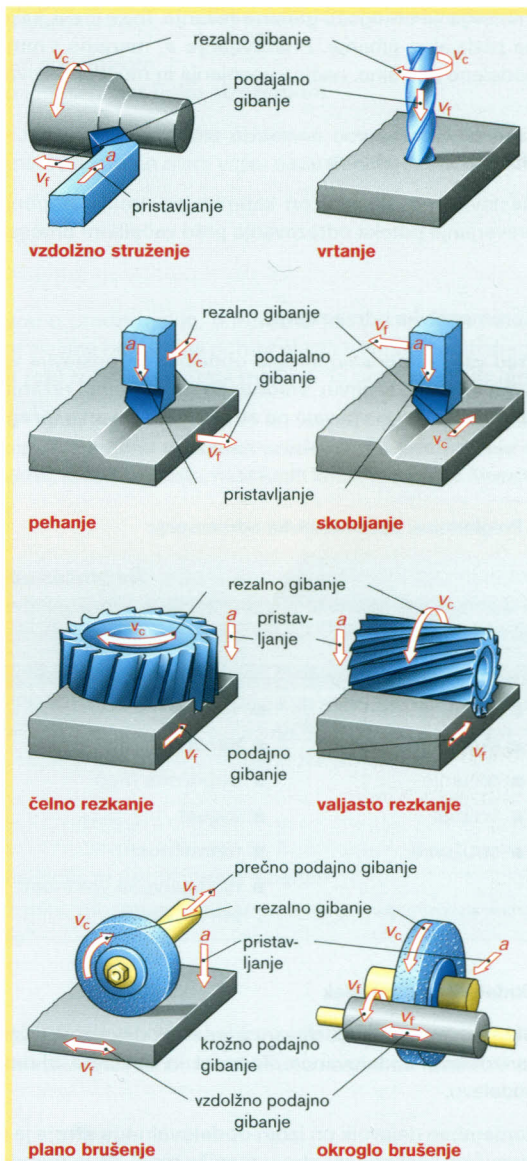
$$v = d \cdot \pi \cdot n \quad [v] = \text{m} \cdot \frac{1}{\text{min}} = \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Vrtilna frekvenca pri tem izračunu predstavlja število obratov na minuto. Rezalna hitrost je hitrost, s katero je odrezek ločen od obdelovanca. Običajno se meri v m/min, le pri brušenju zaradi doseganja velikih rezalnih hitrosti v m/s. Izbira ustrezne rezalne hitrosti je odvisna od orodja, obdelovanca, hladila, moči in zgradbe obdelovalnega stroja. Primerna vrednost za vsako strojno obdelavo se izbere v razpredelnicah priročnikov.

S samim rezalnim gibanjem bi se izvršil samo enkratni odrez. Za nenehno odrezovanje z obdelovalnimi stroji je potrebno drugo delovno gibanje, podajalno gibanje.

Preglednica: Strojno odrezovanje

z geometrijsko določenim rezalnim robom		z nedoločenim rezalnim robom
■ struženje	■ povrtavanje	■ brušenje
■ rezkanje	■ skobljanje	■ honanje
■ vrtanje	■ pehanje	■ lepanje
■ grezenje	■ posnemanje	■ poliranje



Slika 1: Gibanja orodja in obdelovanca

Podajalno gibanje

Podajalno gibanje omogoča neprekinjeno ali koračno odrezovanje. Pri struženju, rezkanju in vrtanju odrezovanje poteka neprekinjeno, pri skobljanju in pehanju pa v koračnem načinu. Podajalno gibanje se izvaja pravokotno na rezalno gibanje orodja (npr. pri struženju) ali na obdelovanec (npr. pri rezkanju). To gibanje določa **širino odreza**.

Velikost podajanja f je odvisna od zahtevane kvalitete obdelane površine, količine odreza in moči obdelovalnega stroja. Meri se v mm na obrat (vrtanje, struženje) ali v mm na gib (skobljanje, pehanje) ter kot **hitrost podajanja v_f** , v mm/min (pri rezkanju, brušenju).

Sila odreza pri odvzemu odrezka na rezalnem robu orodja bo večja, če se poveča moč stroja. Pri takšnih pogojih se lahko poveča tudi podajanje, kar posledično spet vodi k večji **količini odreza**.

Pristavljanje

Pristavljanje omogoča **globino rezanja**, to se pravi, kako globoko orodje prodre v obdelovanec. Poteka pravokotno na podajalno gibanje. **Pristavljanje a** , merjeno v mm, je odvisno od orodja, obdelovanca, zahtevane kvalitete obdelane površine, načina vpenjanja in moči obdelovalnega stroja (**slika 1, stran 171**).

Nastavitveno gibanje

Nastavitveno gibanje, pri katerem se orodje stopenjsko (po korakih) prepelje preko obdelovanca, omogoča preverjanje poteka odrezovanja pred začetkom procesa obdelave.

Spremenljivke odrezovanja

Pred vsako operacijo strojne obdelave se postavlja vprašanje o najugodnejšem **obdelovalnem postopku** in o najboljših nastavljivih vrednostih za globino rezanja, podajanje ter rezalno hitrost. Pomembno je poznati spremenljivke, ki vplivajo na strojno odrezovanje (**preglednica**).

Preglednica: Spremenljivke odrezovanja

Na proces odrezovanja vplivajo

Obdelovalni postopek	Obdelovalni stroj	Orodje	Obdelovanec
<ul style="list-style-type: none"> ■ rezkanje ■ skobljanje ■ pehanje ■ vrtanje ■ struženje 	<ul style="list-style-type: none"> ■ velikost ■ način pogona ■ pogonska moč ■ togost ■ natančnost ■ nastavitvene vrednosti odrezovanja 	<ul style="list-style-type: none"> ■ rezalni material ■ oblika ■ obstojnost rezila 	<ul style="list-style-type: none"> ■ material ■ dimenzije ■ površina

Obdelovalni postopek

Oblika in material obdelovanca, kot tudi delovanje razpoložljive opreme in strojev, določajo obdelovalni postopek za izdelavo obdelovanca. Točnost in kvaliteta obdelane površine soodločata pri izbiri postopka za končno obdelavo.

Pomemben dejavnik pri izbiri **obdelovalnega stroja** je gospodarnost. Obdelovanec se seveda lahko izdelava tudi na starejšem skobeljnem stroju manjše moči, če je primernejši CNC-obdelovalni center že polno zaseden.

Obdelovalni stroj

Obdelovalni stroj deluje na operacijo odrezovanja s spremenljivimi in konstantnimi veličinami. Velikost, način pogona, pogonska moč, togost nosilnih delov in dosegljiva natančnost so določeni z zgradbo vsakega stroja in so torej nespremenljivi.

Nastavljive veličine rezalnih pogojev so: **globina rezanja a_p** , **podajanje f** in **rezalna hitrost v_c** . Predvsem zahtevana kvaliteta obdelane površine, rezalna moč in obstojnost rezila določajo velikost omenjenih treh veličin.

Prerez odrezka se izračuna z množenjem globine rezanja in podajanja. Na obstojnost rezila najbolj vplivata velikost in oblika prereza odrezka. Ozek in podolgovat prerez odrezka nastane pri majhnem podajanju in veliki globini rezanja. Ta oblika je ugodnejša kot ploščinsko enak, vendar širši in krajši prerez odrezka (slika 1). Pri tem preseku je pritisk rezanja večji. Tako nastane več toplote, ki se zaradi manjših kontaktnih površin slabše odvaja.

Neznatno hrapavost obdelane površine dosežemo z majhnim podajanjem, majhno globino rezanja in visoko rezalno hitrostjo, splošno imenovanim **finim struženjem**.

Veliko podajanje, velika globina rezanja, majhna rezalna hitrost in hrapavost obdelane površine so lastnosti **grobega struženja**. Na ta način se odrezuje tiste obdelovance, pri katerih nista važni natančna mera in obdelana površina.

Orodje

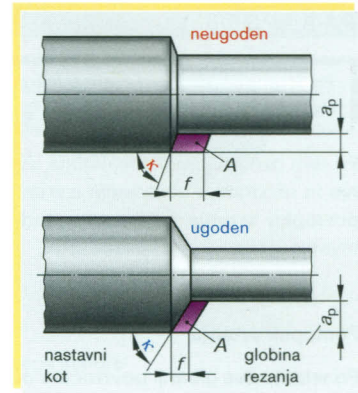
Za orodja se uporablja različne rezalne materiale: nelegirano orodno jeklo, hitrorezno jeklo, karbidna trdina, oksidna keramika in diamant. Rezalni materiali za zelo velike rezalne hitrosti, na primer oksidna keramika, so dragi. Nasprotno je nelegirano jeklo poceni, vendar je obstojnost rezil iz takšnega jekla majhna. To pomeni, da se optimalni material za orodje pogosto izbira z vidika gospodarnosti.

Moč rezanja in obstojnost orodja se lahko povečata z uporabo **hladilno mazalnih sredstev**. Za odrezovanje ni bistven samo rezalni material, ampak tudi vpliv oblike, dimenzij, kotov na rezilu, nastavnih kotov in rezalne hitrosti.

Obdelovanec

Med važnejše spremenljivke, ki vplivajo na proces odrezovanja, sodijo tudi **lastnosti materiala**. Trši material in materiali velike trdnosti potrebujejo za obdelavo zelo trd rezalni material in veliko rezalno silo. Aluminij in drugi mehki materiali se obdelujejo z večjo rezalno hitrostjo.

Tudi **dimenzije obdelovanca** vplivajo na odrezovanje. Dolgi kosi lažje zanihajo, zato se jih mora posebej vpenjati. Med obdelavo večkrat nastanejo tresljaji, ki povzročijo pomanjkljivo obdelano površino. Poleg ustreznega vpetja se da temu izogniti tudi z majhno globino rezanja, majhno rezalno silo in veliko rezalno hitrostjo.



Slika 1: Ploščinsko enaka prereza odrezka.

Naloga:

1. Ali razlikujete glavno gibanje, podajalno gibanje, pristavljanje in nastavitveno gibanje?
2. Kateri sklop (orodje ali obdelovanec) vsakokrat izvaja rezalno gibanje pri struženju, vrtanju, valjastem rezkanju ali okroglem brušenju in kateri sklop podajalno gibanje?
3. Katera enota se uporablja za merjenje rezalne hitrosti?
4. Katere veličine vplivajo na proces odrezovanja?
5. Opišite vpliv razmerja trdote rezalnega noža in materiala obdelovanca na količino odreza in velikost odrezka.
6. Razložite s pomočjo vašega poznavanja trenja, kakšen vpliv ima hladilno mazalno sredstvo na rezalno moč in obstojnost orodja.
7. Pojasnite pojem »nastavitveno gibanje«.
8. Katere rezalne materiale poznate?