

UDK 389.6:621.91

Pojmi in označbe veličin pri odrezovanju po mednarodnih priporočilih

JOŽE PUHAR

1. Uvod

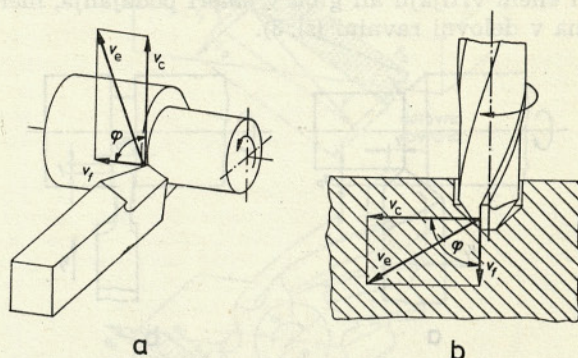
Znanstveno raziskovalno delo je v strmem vzponu in prav v obdelovalni tehniki je mogoče zaznati zelo veliko novih postopkov. Pri tem pa ne gre prezreti, da je tudi pri že uveljavljenih še marsikaj nedorečenega. Zato so hvalevredna prizadevanja raziskovalcev v okviru mednarodne raziskovalne skupnosti za mehansko obdelovalno tehniko CIRP¹ za poenotenje definicij pojmov in označb veličin. Predlog² je pripravila zelo prizadevna delovna skupina C (108 članov iz 28 držav). Zasnove preureja, izpopolnjuje, izboljšuje in razširja tehniški komite pri mednarodni organizaciji za standardizacijo ISO,³ saj zapisano ni in ne sme biti dogma. Po tako pripravljenih priporočilih naj bi bili usklajeni državni standardi podpisnic konvencije. Tako je ustanova »Deutscher Normenausschuß« v Berlinu izdala — poleg drugih — predlog standarda DIN 6584 (1979).⁴ Jugoslovanski Zavod za standardizacijo v Beogradu je pri izdajanju državnih standardov s tega področja v precejšnjem zaostanku. Žal pa tudi ni zaznati kakršnegakoli vpliva naših članov v CIRP pri uvajanju označb po predloženih priporočilih.

Podpisani se je odločil, da pri svojih predavanjih že dosledno uporablja označbe po predlogih CIRP, dopolnjene po ISO 3002/I. V tem prispevku pa obravnava osnovna gibanja pri odrezovanju in sile, ki delujejo pri tem, z željo, da bi se z novimi označbami seznanili vsi, ki se ukvarjajo s tehniko odrezovanja. Tehniki smo pri vsakdanjem delu odvisni, med drugim, tudi od literature, domače in neizogibno tuje. Zato moramo biti seznanjeni z vsemi spremembami in novostmi.

2. Gibanja in ubirna razmerja pri odrezovanju

Gibanja pri odrezovanju imajo določeno smer in hitrost (sl. 1); nanašajo se na dozdevno mirujoči obdelovanec.

Odnosno (relativno) gibanje med odločanjem odrezka od osnovnega materiala je na splošno sestavljeno iz rezalnega in podajalnega gibanja (lahko tudi več podajalnih gibanj), katerih rezultanta je dejansko (efektivno) gibanje. Če je podajalno gibanje sestavljeno iz več komponent, je treba označbam za posamezne podajalne hitrosti pripisati indeks, ki ustreza vsakokratni osi odrezovalnega stroja.

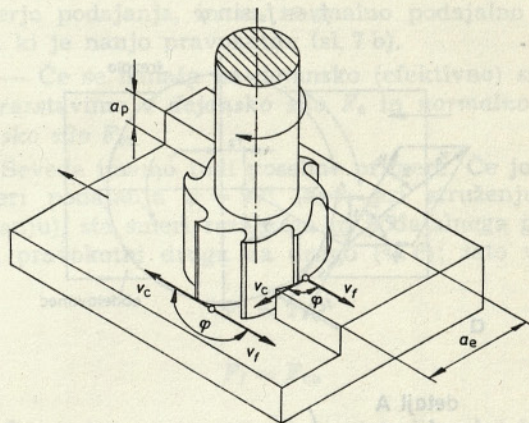


Sl. 1. Rezalna hitrost v_c in podajalna hitrost v_f pri struženju (a) in vrtanju (b)
 φ — kot smeri podajanja

Hitrosti gibanj so

- rezalna hitrost v_c ,¹
- podajalna hitrost v_f ,²
- dejanska (efektivna) hitrost v_e .³

Kot med smerema rezanja in podajanja je kot smeri podajanja φ . Ta je pri vzdolžnem struženju in vrtanju konstanten ($\varphi = 90^\circ$), pri frezanju pa se spreminja odvisno od ubirnega loka (sl. 2). Kot je posebno pomemben npr. pri računanju trenutne geometrične debeline odrezka.



Sl. 2. Kot smeri podajanja φ , globina rezanja a_p in rezalno ubiranje a_e pri frezanju
 v_c — rezalna hitrost, v_f — podajalna hitrost

Pri vseh izdelovalnih postopkih z vrtečim se obdelovancem/orodjem je rezalna hitrost v_c enaka obodni. Izračunamo jo po enačbi

$$v_c = d \pi n$$

¹ Collège Internationale pour l'Étude Scientifique des Techniques de Production Mécanique

² Terminology and procedures for turning research

³ International Organization for Standardization

⁴ Begriffe der Zerspantechnik

¹ c od angleške besede cutting (= rezanje).

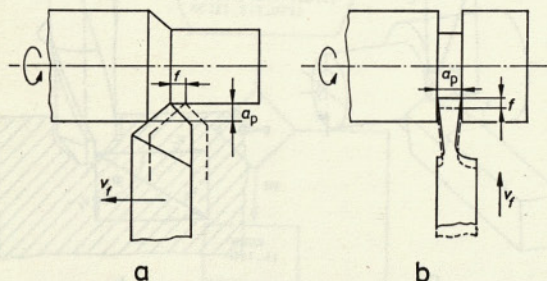
² f od angleške besede feed (= podajati).

³ e od angleške besede effective (= efektivni).

pri čemer pomenita

d — trenutni premer obdelovanca oziroma krožilni premer rezala orodja in
 n — vrtilno hitrost obdelovanca/orodja.

Podajanje f je pot, za katero se premakne orodje pri enem vrtiljaju ali gibu v smeri podajanja, merjena v delovni ravnini (sl. 3).



Sl. 3. Podajanje f pri struženju

a — vzdolžno struženje, b — vrezno struženje

Če uporabljamo orodje z več rezali, izračunamo podajanje po enačbi

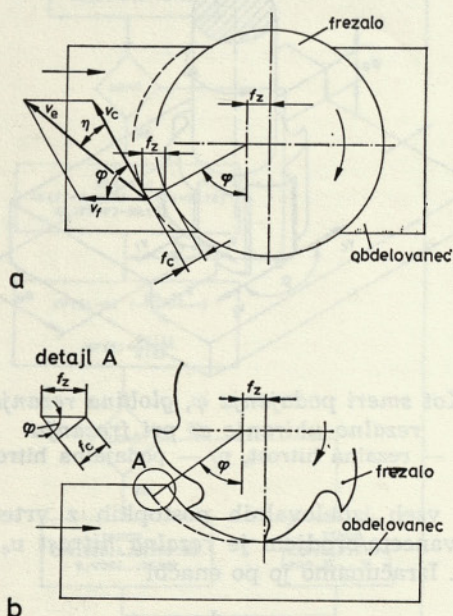
$$f = f_z z$$

kjer je

f_z — podajanje na (vsako) rezalo in
 z — število rezal.

Rezalno podajanje f_c je razdalja med dvema neposredno zaporedoma nastalima ploskvama pri odrezovanju, merjena v delovni ravnini pravokotno na smer rezanja (sliki 4 a in 4 b). Izraženo z enačbo

$$f_c \approx f_z \sin \varphi$$



Sl. 4. Zveza med rezalnim podajanjem f_c in podajanjem na (vsako) rezalo f_z

a — čelno freziranje, b — obodno freziranje

Pri izdelovalnih postopkih s kotom smeri podajanja $\varphi = 90^\circ$ je

$$f_c = f_z$$

Tako je mogoče izračunati podajalno hitrost

$$v_f = f n = f_z z n$$

Z v_c in v_f izračunamo dejansko hitrost po enačbi

$$v_e = \sqrt{v_c^2 + v_f^2}$$

Da bi natančno določili ubiranje orodja, sta poleg podajanja potrebni še dve veličini, to sta

- globina rezanja a_p in
- rezalno ubiranje a_e .

Globina rezanja ali širina rezanja a_p je globina oziroma širina ubiranja glavnega rezalnega roba, merjena pravokotno na delovno ravnino. Na splošno govorimo o globini rezanja a_p pri vzdolžnem in planem struženju, čelnem frezanju ipd., medtem ko po definiciji isto veličino a_p označujemo npr. pri vreznem struženju, posnemanju, brušenju ipd. kot širino rezanja. Pri frezanju in brušenju je ubiranje orodja odvisno od rezalnega ubiranja a_e , ki ga merimo v delovni ravnini, in sicer pravokotno na smer podajanja.

3. Sile

3.1. Pomen odrezovalne sile

Za praktično uporabo izdelovalnih postopkov je zelo pomembno, da poznamo velikost sil, ki delujejo pri odrezovanju.

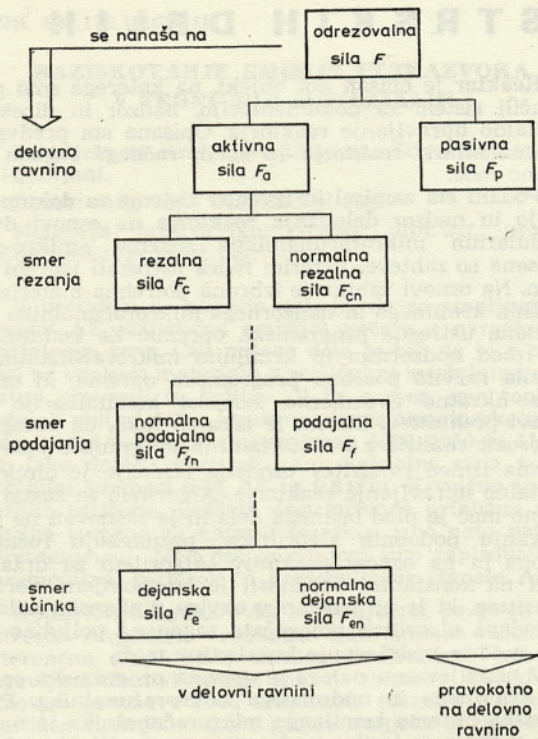
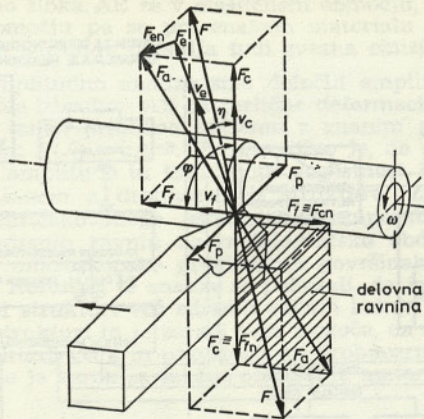
Odrezovalne sile so osnova za konstruiranje odrezovalnih strojev in njihovih sestavnih delov, pa tudi rezalnih orodij in vpenjalnih pripomočkov. Pri obdelavi lahko sile deformirajo obdelovanec tako, da je treba to upoštevati pogosto že tudi pri njegovi konstrukciji. Tudi priprava dela potrebuje podatke o odrezovalnih silah, da lahko pravilno porazdeli delovne naloge na razpoložljive odrezovalne stroje (enakomerna obremenitev). Ker so odrezovalne sile pri vnaprej znanem materialu odvisne od parametrov odrezovanja, je za izbiro najugodnejših rezalnih razmerij treba poznati čim več podatkov o njihovih vplivih.

3.2. Pojmi in označbe

Odrezovalno silo F , ki deluje med nastajanjem odrezka na rezalni klin orodja, in protisilo (reakcijo) enake velikosti na obdelovanec lahko razstavimo na tri komponente. Iz tega izhaja porazdelitev, kakršna je prikazana na sliki 5.

Za natančno določanje odrezovalne sile po vrednosti in smeri delovanja je ugodno, da jo projiciramo na definirane ravnine ali smeri (sliki 6¹ in 7).

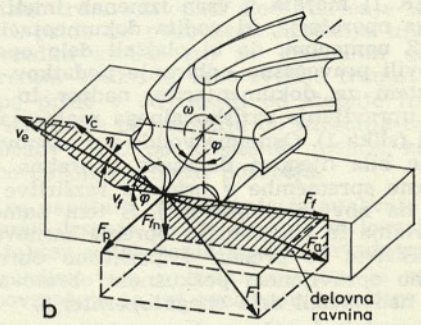
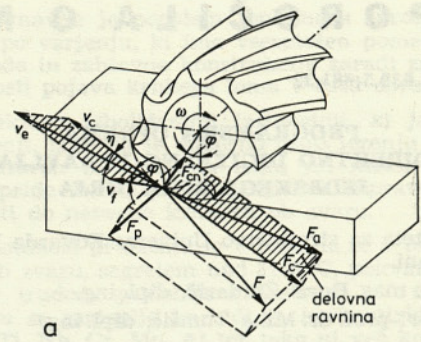
¹ Protisile (reakcije) se vrisujejo samo zaradi nazornejšega predstavljanja.

Sl. 5. Sistematika pri razstavljanju odrezovalne sile F Sl. 6. Razstavljanje odrezovalne sile F pri struženju

Če projiciramo odrezovalno silo F na delovno ravnino, dobimo aktivno silo F_a . Ta je — glede na gibanje po tej ravnini — največja. Pravokotno na delovno ravnino deluje pasivna sila F_p , ki ne vpliva na moč pri odrezovanju.

Aktivno silo F_a lahko — glede na postavitev naloge — razstavimo na komponenti v različnih smereh:

— Če se nanaša na smer rezanja, jo razstavimo na rezalno silo F_c , ki deluje vzporedno s smerjo rezanja, in na normalno rezalno silo F_{cn} , ki je pravokotna nanjo (sl. 7 a).

Sl. 7. Razstavljanje odrezovalne sile F pri frezanju
a — se nanaša na smer rezanja, b — se nanaša na smer podajanja

— Če se nanaša na smer podajanja, jo razstavimo v podajalno silo F_f , ki deluje vzporedno s smerjo podajanja, in na normalno podajalno silo F_{fn} , ki je nanjo pravokotna (sl. 7 b).

— Če se nanaša na dejansko (efektivno) smer, jo razstavimo v dejansko silo F_e in normalno dejansko silo F_{en} .

Seveda imamo tudi posebne primere. Če je kot smeri podajanja $\varphi = 90^\circ$ (npr. pri struženju in vrtanju), sta smeri rezalnega in podajalnega gibanja pravokotni druga na drugo (sl. 6); zato velja

$$F_c = F_{fn}$$

in

$$F_f = F_{cn}$$

Če med rezalnim gibanjem ni tudi podajalnega gibanja (npr. pri skobljanju), je kot v dejanski smeri $\eta = 0^\circ$, in velja

$$F_e \equiv F_c$$

in

$$F_{en} \equiv F_{cn}$$