

UDK 621.941.025.7

Obračalne ploščice pri eno in večrezilnih orodjih

HINKO MUREN

Mehanično pritrjevanje rezila iz plemenitega rezalnega materiala na držaj ali trup orodja iz cenejšega konstrukcijskega jekla ni posebna novost, saj so takšna orodja prvič uporabili že pred več kakor 125 leti. Novejša je uporaba tako imenovanih obračalnih ploščic, rezil z večjim številom rezalnih robov, ki jih ne ostrimo, kadar se skrhajo, ampak celotno rezilo preprosto zasukamo ali obrnemo, da lahko potem delajo še neizrabljeni robovi. Ko so skrhani vsi rezalni robovi, ploščico preprosto zavržemo. K takemu načinu dela je privedlo stalno izboljševanje rezalnih materialov, zaradi katerega so se moči odrezovalnih strojev morale v zadnjih dvajsetih letih skoraj podvojiti, da stroji še lahko v celoti izkoriščajo sposobnosti orodja. Če pogledamo še malo nazaj — v čas po prvi svetovni vojni, vidimo, da so se moči strojev od takrat povečale tudi več ko tridesetkrat. Zaradi takega razvoja so se odrezovalni stroji seveda silovito podražili. Če naj zaradi boljših in sposobnejših, vendar dražjih strojev obdelava ne postane neekonomična kljub boljšim orodjem, je treba čas obdelave kolikor mogoče skrajšati. Pri današnji kakovosti strojev in orodij je mogoče še nekaj prihraniti samo tedaj, če se posreči skrajšati neproduktivne čase, predvsem čase, ki so potrebni za zamenjavo izrabljenega orodja. Razvoj je tako sam po sebi pripeljal do vse večje uporabe obračalnih ploščic.

Obračalne ploščice pri nas še niso tako razširjene, kakor bi to zaslužile. Drugod orodja z obračalnimi ploščicami večinoma že prevladujejo pred orodji s prilanim rezilom — celo pri orodjih za freziranje, pri katerih karbidne trdine zaradi neenakomernega dela niso najbolj primeren rezalni material. Zanesljivih podatkov o deležu orodij z obračalnimi ploščicami sicer ni, znano pa je, da so pri frezalnih orodjih v rabi pri več kakor 50 odstotkih vseh orodij.

Obračalne ploščice, ki jih uporabljamo pri modernih orodjih, so v veliki meri standardizirane. Za razliko od velikega števila oblik pri ploščicah, ki so namenjene za lotanje, so se tu uveljavile v glavnem samo kvadratne, trikotne in v nekoliko manjši meri rombične ploščice. Znano so sicer tudi še šesterokotne, peterokotne, osmerokotne in okrogle ploščice, od katerih pa so nekaj več v rabi le zadnje, predvsem za težko obdelavo.

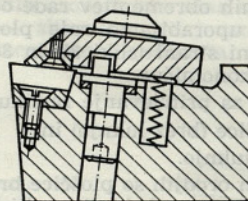
Po rezalni geometriji razlikujemo

- pozitivne ploščice in
- negativne ploščice.

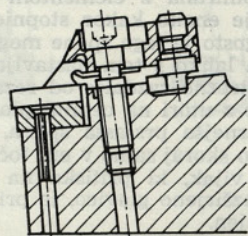
Pozitivne ploščice imajo obliko prisekane piramide, da nastane za rezanje nujno potrebni prosti kot (slika 1). Pozitivno ploščico trikotne oblike je zato mogoče uporabiti samo trikrat, kvadratno pa štirikrat.

Negativne ploščice imajo obliko prizme ali kvadra. Da nastane zadosti velik prosti kot, morajo biti nagnjene navzdol (slika 2). Če je cepilna ploskev take ploščice ravna, je v tem primeru cepilni kot negativen. Tako ploščico sicer lahko obrnemo tudi na drugo stran, ko so po eni strani vsi rezalni robovi izrabljeni, zato se njena doba trajanja podvoji, vendar negativni cepilni kot povzroča precej nevšečnosti. Če naj tako orodje dela zadovoljivo, je treba izbrati večjo rezalno hitrost kakor pri pozitivnih ploščicah. Ker so tudi rezalne sile zaradi negativnega cepilnega kota večje, se znatno poveča poraba moči. Če nimamo dovolj močnih odrezovalnih strojev, ta vrsta ploščic ne pride v poštev.

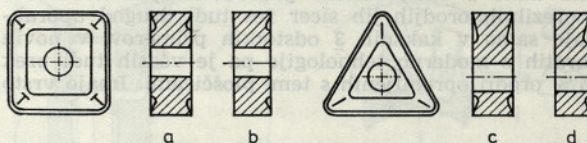
Prednosti pozitivnih in negativnih ploščic so združene v tako imenovanih pozitivno-negativnih ploščicah (slika 3). Te imajo na cepilni ploskvi zabrušen ali že



Slika 1



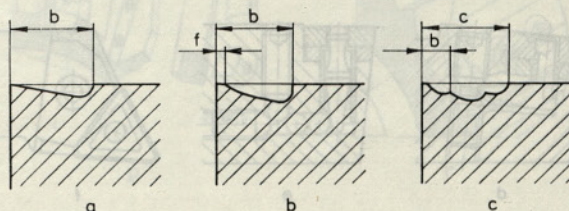
Slika 2



Slika 3

pri sintranju izdelan utor vzdolž vseh rezalnih robov. Če takšno ploščico vpmemo v držaj, kakršen je bil prikazan na sliki 2, nastane ustrezen prosti kot, obenem pa je zaradi utora tudi cepilni kot pozitiven.

Obliki utorov na cepilni ploskvi posvečajo v zadnjem času precej pozornosti. Preprost utor po sliki 4a je skoraj povsem pozabljen. Največkrat dobimo ploščice z utorom po sliki 4b, ki je nekoliko odmaknjen od rezalnega roba, tako da nastane ozka fazna ploskev, ki morda precej prispeva k večji obstojnosti. Zaokrožena oblika utorov povzroča tudi močno upogibanje odrezkov, tako da niso potrebni posebni elementi za lomljenje odrezkov, kakršne sta imeli obe izvedbi držajev na slikah 1 in 2. Preprost utor ima le to pomanjkljivost, da se odrezki dobro lomijo samo pri določeni debelini (samo pri eni velikosti podajanja). Stopničast utor po sliki 4c naj bi odpravil tudi to nevšečnost. Pri takšnem utoru se oblikuje odrezek pri majhnem podajanju v prvem žlebu, pri večjem pa ga preskoči in se upogiba šele v drugem ali celo v tretjem žlebu. Vse to ne zadošča pri majhni globini rezanja, zato imajo nekatere ploščice dodatno še majhno jamico z ostrim robom v vseh vogalih.



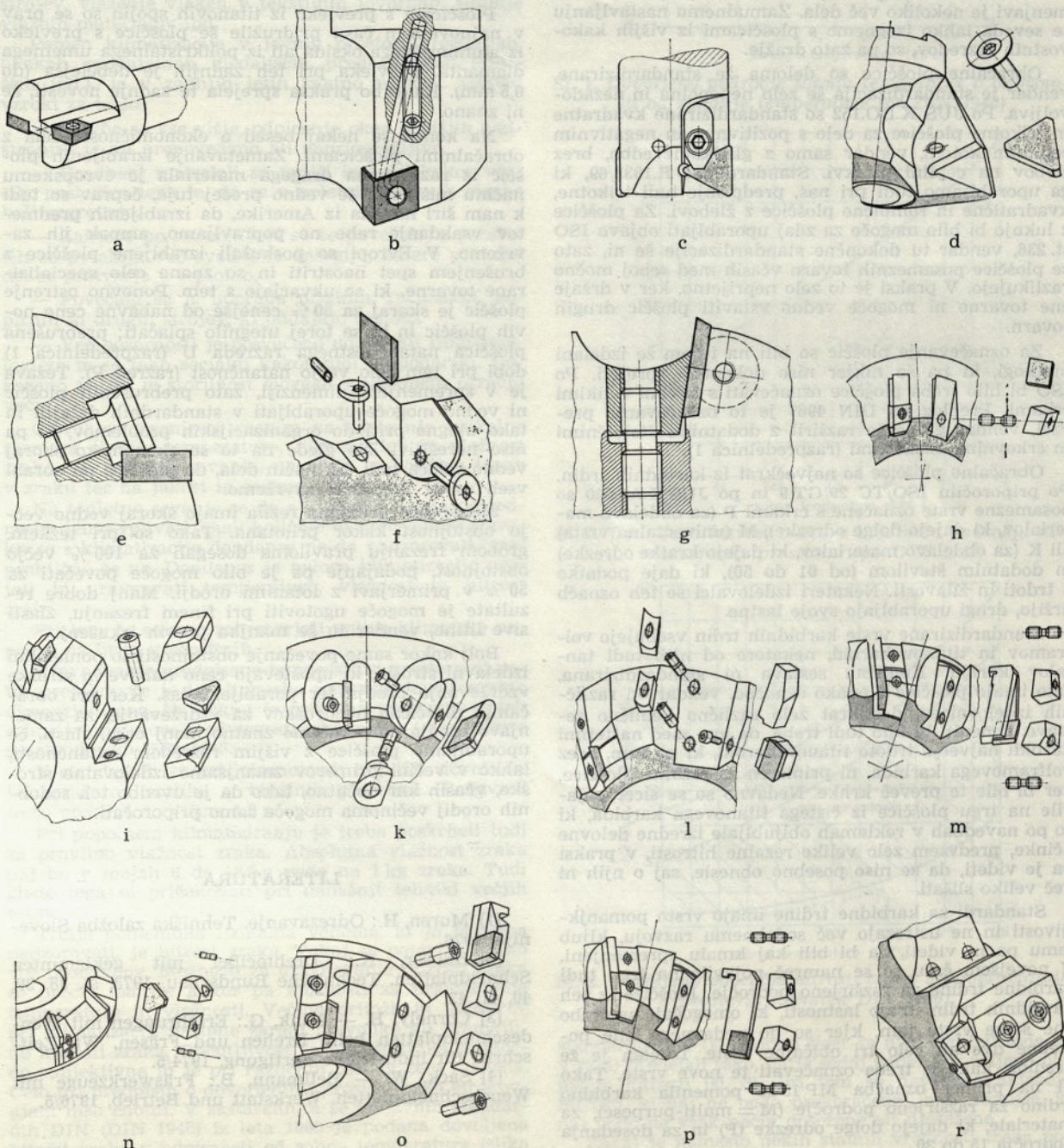
Slika 4

prednosti pred ploščicami brez luknje, predvsem so znatno bolj zanesljivo pritrjene in ni nevarnosti, da bi jih rezalne sile pri težjih delih izpulile iz ležišča v držaju.

Pri enorezilih orodjih so ploščice razmeroma redko pritrjene z vijakom skozi luknjo (slika 6a), ker gre precej časa za obračanje ali za zamenjavo. Tudi načina z zatičem v pomični podlogi (slika 6b) in z vrtljivim zatičem (slika 6c) sta razmeroma malo razširjena, čeprav sta obračanje in menjava tu zelo hitra in pre-

prosta, zlasti pri zadnji izvedbi. Najbolj razširjeni načini za pritrjevanje ploščic z luknjo so pritrjevanje z nagibnim vzvodom (slika 6d), nagibnim sornikom (slika 6e) in s klinasto zagozdo (slika 6f).

Še bolj mnogovrstne načine pritrjevanja srečujemo pri mnogorezilih orodjih, predvsem pri steblatih frezilih in frezalnih glavah. Poleg načinov, ki so v rabi tudi pri enorezilih orodjih (navadna spona — slika 7i, prstasta spona — slika 7c, pritrjevanje skozi luknjo z vijakom ali ekscentrom — slika 7a, potezni vzvod —



Slika 7

slika 7b, klinasta zagodka s strani — slika 7r), bi bilo treba omeniti tudi pritrdjevanje z vijakom s široko glavo (slika 7d), s klinastim vijakom (slika 7e), z ekscentrom (slika 7f) ter vrsto raznih izvedb pritrdjevanja s klinom (slike 7g, h, k, l, m, n, o in p). Od vseh je še najbolj priljubljeno pritrdjevanje s klinom, ki deluje na ploščico s sprednje ali z zadnje strani. Ploščica se lahko opira neposredno v ležišče, ki je izoblikovano v trupu glave, ali pa je nameščena v vložku (kaseti), ki je pritrdjen posebej, navadno tudi s klinom, tako da je lego ploščice mogoče zelo natančno nastaviti. V taki glavi lahko potem uporabljamo tudi ploščice iz nižjih kvalitetskih razredov (npr. U), le z nastavljanjem pri zamenjavi je nekoliko več dela. Zamudnemu nastavljanju se seveda lahko izognemo s ploščicami iz višjih kvalitetskih razredov, so pa zato dražje.

Obračalne ploščice so deloma že standardizirane, vendar je standardizacija še zelo nepopolna in nezadovoljiva. Po JUS K.DO.152 so standardizirane kvadratne in trikotne ploščice za delo s pozitivnim in negativnim cepilnim kotom, vendar samo z gladko izvedbo, brez žlebov na cepilni ploskvi. Standard ISO R.1832/69, ki ga uporabljamo tudi pri nas, predpisuje tudi trikotne, kvadratne in rombične ploščice z žlebovi. Za ploščice z luknjo bi bilo mogoče za zdaj uporabljati objavo ISO št. 236, vendar tu dokončne standardizacije še ni, zato se ploščice posameznih tovarnih vrst med seboj močno razlikujejo. V praksi je to zelo neprijetno, ker v države ene tovarne ni mogoče vedno vstaviti ploščic drugih tovarnih.

Za označevanje ploščic so bili na tujem že izdelani predlogi, ki pa še nikjer niso dokončno sprejeti. Po ISO bi bilo treba ploščice označevati s štirimi velikimi črkami. Predlog po DIN 4967 je to označevanje prevzel, vendar ga je še razširil z dodatnimi številčnimi in črkovnimi označbami (razpredelnica 1).

Obračalne ploščice so največkrat iz karbidnih trdin. Po priporočilu ISO/TC 29/GT 9 in po JUS K.A.9.020 so posamezne vrste označene s črkami P (za obdelavo materialov, ki dajejo dolge odrezke), M (univerzalna vrsta) ali K (za obdelavo materialov, ki dajejo kratke odrezke) in dodatnim številom (od 01 do 50), ki daje podatke o trdoti in žilavosti. Nekateri izdelovalci se teh označb držijo, drugi uporabljajo svoje lastne.

Standardizirane vrste karbidnih trdin vsebujejo volframov in titanov karbid, nekatere od njih tudi tantalov karbid. Kemična sestava ni standardizirana, zato imajo ploščice z enako označbo, vendar od različnih izdelovalcev, dostikrat zelo različno kemično sestavo. Omeniti bi bilo tudi treba, da ima med naštetimi karbidi največjo trdoto titanov karbid, ki pa sam, brez volframovega karbida, ni primeren za rezalne ploščice, ker bi bile te preveč krhke. Nedavno so se sicer pojavile na trgu ploščice iz čistega titanovega karbida, ki so po navedbah v reklamah obljubljale izredne delovne učinke, predvsem zelo velike rezalne hitrosti, v praksi pa je videti, da se niso posebno obnesle, saj o njih ni več veliko slišati.

Standardi za karbidne trdine imajo vrsto pomanjkljivosti in ne ustrezajo več sodobnemu razvoju, kljub temu pa ni videti, da bi bili kaj kmalu spremenjeni. V novejšem času so se namreč pojavile na trgu tudi karbidne trdine za razširjeno področje. Ploščice iz teh karbidnih trdin imajo lastnosti, ki omogočajo uporabo ene same vrste tam, kjer so do nedavnega bile potrebne dve ali celo tri običajne vrste. Izdelan je že predlog, kako je treba označevati te nove vrste. Tako bi na primer označba MP 15 30 pomenila karbidno trdino za razširjeno področje (M = multi-purpose), za materiale, ki dajejo dolge odrezke (P) in za dosedanja področja 15 do 30.

Prav posebno dobro so se v najnovejšem času uveljavile ploščice iz karbidnih trdin z zelo trdo prevleko

iz titanovega karbida, titanovega nitrida, titanovega karbonitrida ali iz mešanice teh materialov. Plast te prevleke je zelo tanka (4 do 8 μm), ker pa obračalnih ploščic ne ostrimo z brušenjem, takšna plast povsem zadošča. Obstočnost teh ploščic je izredna, poleg tega pa so uporabne za znatno širša področja od običajnih vrst in večinoma v tem prekašajo celo karbidne trdine za razširjeno področje. Po predlogu, ki še ni dokončno sprejet, bi takšno ploščico označevali na primer CP 10 25, pri čemer bi prva črka pomenila ploščico s prevleko (coated), druga uporabnost (P — materiali, ki dajejo dolge odrezke), obe števili skupaj pa, da zajema dosedanja področja od 10 do 25.

Ploščicam s prevleko iz titanovih spojin so se prav v najnovejšem času pridružile še ploščice s prevleko iz aluminijevega oksida ali iz polikristalnega umetnega diamanta. Prevleka pri teh zadnjih je debelejša (do 0,5 mm). Kako bo praksa sprejela te zadnje novosti, še ni znano.

Na koncu še nekaj besed o ekonomičnosti dela z obračalnimi ploščicami. Zametavanje izrabljenih ploščic iz razmeroma dragega materiala je evropskemu načinu mišljenja še vedno precej tuje, čeprav se tudi k nam širi navada iz Amerike, da izrabljenih predmetov vsakdanje rabe ne popravljamo, ampak jih zavrzemo. V Evropi so poskušali izrabljene ploščice z brušenjem spet naostriti in so znane celo specializirane tovarne, ki se ukvarjajo s tem. Ponovno ostrenje ploščic je skoraj za 50 % cenejše od nabavne cene novih ploščic in bi se torej utegnulo splačati; prebrušena ploščica natančnostnega razreda U (razpredelnica 1) dobi pri tem celo večjo natančnost (razred P). Težava je v spremenjeni dimenziji, zato prebrušenih ploščic ni vedno mogoče uporabljati v standardnih držajih in tako utegne priti do organizacijskih problemov, ki pa niso nerešljivi. Ne glede na to se ekonomsko skoraj vedno splača tudi tak način dela, da ploščice po obrabi vseh robov preprosto zavrzemo.

Mehanično pritrdjena rezila imajo skoraj vedno večjo obstojnost kakor prilotana. Tako so pri težkem, grobem frezanju praviloma dosegali za 100 % večjo obstojnost, podajanje pa je bilo mogoče povečati za 50 % v primerjavi z lotanimi orodji. Manj dobre rezultate je mogoče ugotoviti pri finem frezanju, zlasti sive litine, vendar tu še manjka pravih izkušenj.

Bolj kakor samo povečanje obstojnosti so pomembni izdelavni stroški, ki upoštevajo ceno nabave in stroške vzdrževanja orodja ter porabljeni čas. Ker pri obračalnih ploščicah ni stroškov za vzdrževanje, za zamenjavo orodja pa porabimo znatno manj časa, zlasti, če uporabljamo ploščice z višjim razredom natančnosti, lahko v večini primerov zmanjšamo izdelovalne stroške, včasih kar občutno, tako da je uvedbo teh sodobnih orodij večinoma mogoče samo priporočati.

LITERATURA

- [1] Muren, H.: Odrezavanje. Tehniška založba Slovenije, 1976.
- [2] Häuser, K.: Drehmeißel mit geklemmten Schneidplatten. Technische Rundschau, 1973, št. 38, 39, 40, 41, 42.
- [3] Cornely, H. — Mink, G.: Erfahrungen mit Wendeschneidplatten beim Drehen und Fräsen. Wt, Zeitschrift für industrielle Fertigung, 1974/5.
- [4] Sack, W. — Bellmann, B.: Fräswerkzeuge mit Wendeschneidplatten. Werkstatt und Betrieb, 1976/5.

Avtorjev naslov: prof. dr. ing. Hinko Muren,
Fakulteta za strojništvo,
Univerze v Ljubljani.