

UDK 621.9.025.7:669.13

Obdelava trde valjčne litine*

ZORAN SELJAK

UVOD

Izdelava valjev za valjarne sega pri nas v leto 1899, ko so jih prvič ulili na Jesenicah. Tu so izdelovali predvsem trde valje z večjimi ali manjšimi presledki do leta 1948. Pozneje je bila ta izdelava prenesena v železarno Štore, ki je že slavila 25-letnico redne izdelave valjev [3]. 30 odstotkov celotne izdelave odpade na trde metalurške in nemetalurške valje. Izdelujejo valje za končna ogrodja srednjih in finih prog ter za žične proge. Glavni problem pri izdelavi teh valjev je doseganje velike trdote delovne površine pri dovolj žilavem jedru.

Z razvojem kakovosti valjev je bilo treba izpopolniti tudi tehnologijo obdelave. V preteklih letih je bil dosežen znaten razvoj rezalnih orodij. Obdelava trde litine s hitroreznimi orodji je bila mogoča s hitrostjo 1m/min. Z uvedbo karbidnih trdin je bilo mogoče povečati hitrosti rezanja na 5 do 10 m/min ter s tem doseči znatno skrajšanje izdelovalnih časov in tudi zmanjšanje stroškov obdelave. Z uporabo karbidnih trdin z veliko odpornostjo proti obrabi so pri struženju trde litine mogoče hitrosti 16 do 22 m/min. Za to so primerne ploščice kakovostne vrste K. Pri preizkušanju uporabe ustreznih vrst karbidnih trdin, so bili izvedeni preizkusi z uporabo rezalne keramike. Najnovejši razvoj rezalne keramike omogoča povečanje obdelovalnih hitrosti do take mere, da je treba podrobneje raziskati obstojnost rezalne keramike v primerjavi z obstojnostjo karbidnih trdin.

Pri struženju valjev iz trde litine imamo nalogo, da določimo obdelovalne pogoje z najmanjšimi stroški. Za ta namen je treba skrajšati čas struženja. Obdelava s struženjem naj bo natančna, s čim manjšimi oblikovnimi odstopki, tako da je lahko naslednja obdelava — brušenje — izvedena s čim manjšimi stroški.

TRDA VALJČNA LITINA

Bela litina spada v skupino tehnično zelo pomembnih litin na osnovi železa-ogljika. Značilno za belo litino je, da se strdi po metastabilnem sistemu, tako da je ogljik vezan na železo kot Fe_3C [2]. Cementit Fe_3C povečuje trdoto in obrabno odpornost litine, hkrati pa otežuje obdelavo. Grafit, ki se izloča med strjevanjem iz litine, izboljšuje obdelovalnost in povečuje žilavost.

V litem železu so poleg železa in ogljika še silicij, mangan, fosfor in žveplo. V legirani litini so naštetih elementi v večjih količinah ali pa so dodani še elementi nikelj, krom, molibden, vanadij, baker, titan itd. Z dodatkom teh legiranih elementov lahko dosežemo posebne lastnosti litine.

Na nastanek različnih vrst litine najbolj vplivajo ogljik in silicij ter hitrost ohlajanja. Določeno kakovost lahko dobimo z ustrezno kemično sestavo in hitrostjo ohlajanja. S posebnim postopkom litja dobimo valje s trdo oblo iz bele litine in mehkejšim jedrom iz sive litine. Trdo oblo dobimo tako, da talino ulijemo v je-klene kokile, ki hitro ohlajajo vrhno plast ulitka. Z legiranimi dodatki dosegamo veliko odpornost proti obrabi.

Za naše raziskave smo uporabljali naslednje vrste trde litine:

T-D-450

T-D-550

T-D-650

Trdi valji, ki so jih včasih uporabljali največ za valjanje pločevine, se danes uporabljajo večinoma za valjanje profilov na končnih ogrodjih. Uporabljajo se kot valji za valjarne jekla, mlinski valji za žito, za kemično industrijo, gumarsko industrijo, papirno industrijo in drugo. Lahko se uporabljajo tudi za bate pri težkih hidravličnih stiskalnicah. V splošni strojni industriji je ta vrsta litine vse premalo uporabljena za različne delovne elemente in orodja, ki morajo biti odporni proti obrabi. Dostikrat namreč lahko uspešno nadomešča močno legirano jeklo. Z litjem zapletenih oblik lahko zmanjšamo obseg mehanske obdelave.

Vsekakor je uporabnost trde litine na različnih področjih strojne industrije premalo znana. Zaradi tega bi bilo treba posebej nekoliko širše osvetliti uporabnost domačih valjev iz trde litine in drugih ulitkov iz te litine. K temu bi morale biti podane specifičnosti in smernice konstrukcijskega oblikovanja.

Z ulivanjem v golo jekleno kokilo dobimo belo delovno plast valja s perlitno-cementitno strukturo, prehodno melirano plast in žilavo jedro s perlitno-grafitno strukturo. Prehodna melirana plast je 2 do 3-krat debelejša kakor bela plast. Za povečano žilavost valjev je uporabljen poseben način litja. [1, 3]. Namesto klasičnega enoslojnega ulivanja je vpeljeno dvoslojno ulivanje s tangencialnim dotokom taline v formo. Centrifugalno ulivanje daje mnogo boljšo kakovost, kar je zelo pomembno za trde valje. Najprej ulijemo v kokilo talino, ki se strdi belo. Po določenem presledku dolijemo z Fe Si modificirano talino, ki izpodrine nestrjeno talino v jedro ulitka. Modificirano jedro je bolj žilavo in s tem so bistveno zmanjšani lomi valjev med obratovanjem.

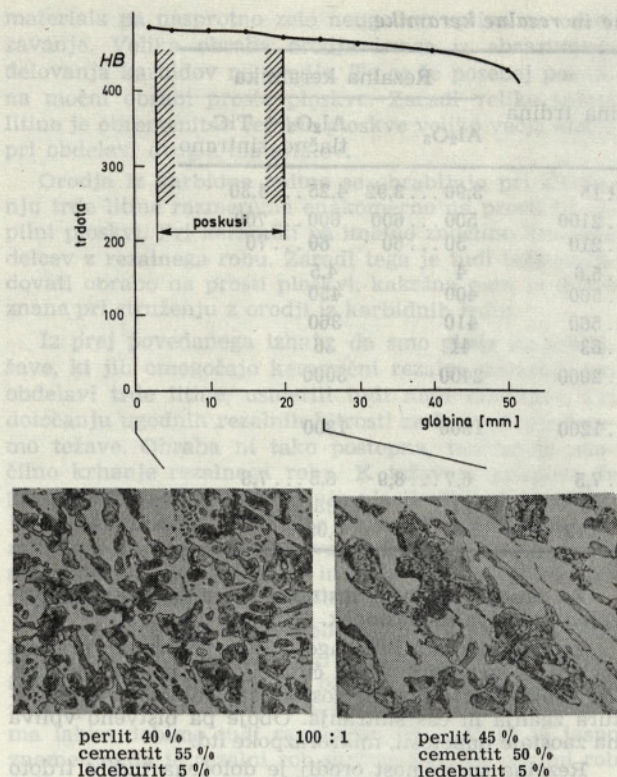
Za preizkuse so bili uliti valji $\varnothing 220 \times 720$ mm. V tabeli 1 je podana kemična analiza za vse tri vrste litine.

TABELA 1

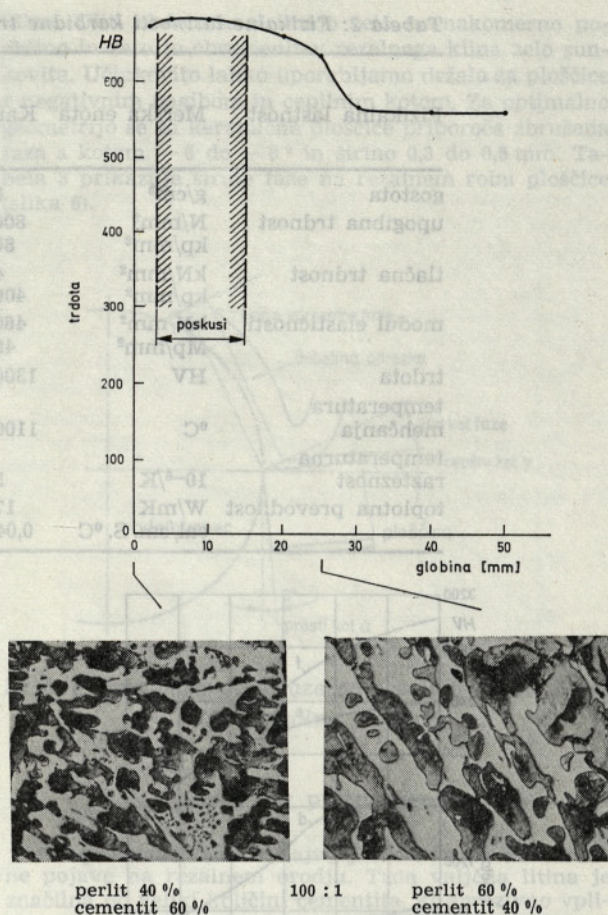
Trda litina	Sestava [%]						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
T-D-450	3,76	0,45	0,19	0,48	0,11	0,11	—
T-D-550	3,67	0,35	0,52	0,43	0,089	0,80	0,80
T-D-650	3,50	0,21	0,11	0,40	0,0058	0,80	0,80

Potek trdote trde plasti ulitka je prikazan na slikah 1, 2 in 3. Trdota je na površini bolj neenakomerna kakor v globini 5 ali 10 mm. To plast smo stružili posebej in obstojnost orodja je zaradi neenakomernosti globine rezanja in strukture precej manjša kakor pri struženju homogenega materiala. Na diagramih je prikazano poudroče, ki je bilo namenjeno preizkusom.

Metalografski posnetki kažejo cementitno-perlitno strukturo. V globini 25 mm je opazna bolj groba struktura kakor na površini.



Sl. 1. Diagram trdote trde litine T-D-450 ter mikrostruktura na obodu in v globini 25 mm



Sl. 3. Diagram trdote trde litine T-D-650 ter mikrostrukture na obodu in v globini 25 mm

REZALNA ORODJA ZA OBDELAVO LITINE

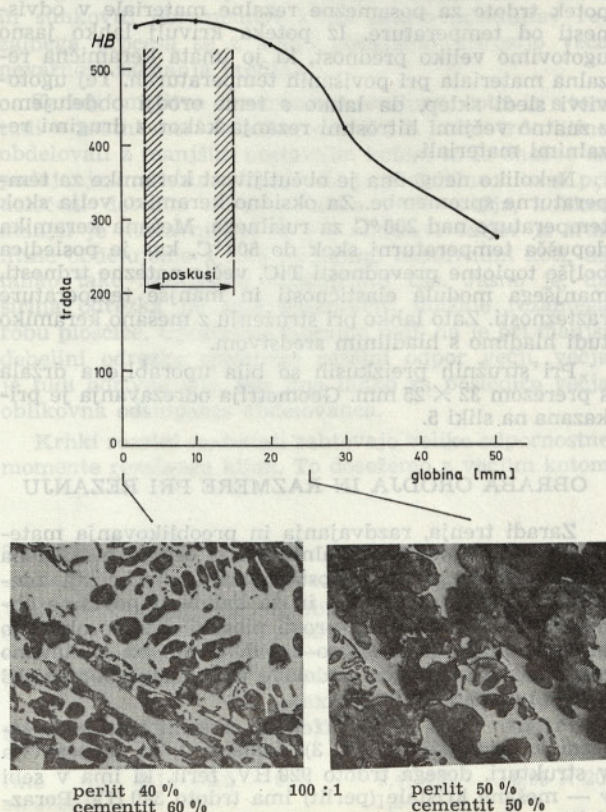
Med karbidnimi trdinami naj bi uporabljali predvsem take vrste, ki zagotavljajo uporaben rezultat. Kolikor večja je trdota obdelovanca, toliko večja naj bosta tudi trdota in obrabna odpornost rezalnega materiala [4].

V našem primeru so bile uporabljene karbidne trdine K 10 in delno tudi karbidne trdine oplastene s TiC. Ta vrsta je bila uporabljena na eni strani s svojo obrabno odpornostjo, na drugi strani pa z dovoljno žilavostjo, ki je potrebna pri obdelavi površine ulitka.

V zadnjih letih so bile razvite rezalna keramika na osnovi čistega aluminijevega oksida (α - Al_2O_3) ter kombinacije oksidne keramike (Al_2O_3) in kovinskega karbida (TiC). Nameni tega razvoja so:

- zmanjšanje obrabe na prosti ploskvi pri vseh stružnih operacijah,
- uporabnost rezalne keramike pri struženju s hladnimi tekočinami,
- izboljšanje obstojnosti pri struženju s prekinitvami,
- dobra obdelovalnost litine in jekel za poboljšanje,
- večja ponovljivost poteka obrabe pri vseh stružnih operacijah.

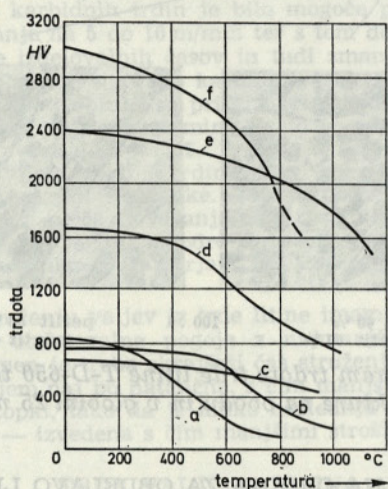
Da bi dosegli vse te zahteve, morajo biti znani fizikalno-kemični in tehnološki kriteriji. Odločilni kriteriji so podani v primerjalni tabeli 2.



Sl. 2. Diagram trdote trde litine T-D-550 ter mikrostrukture na obodu in v globini 25 mm

Tabela 2: Fizikalne lastnosti karbidne trdine in rezalne keramike

Fizikalna lastnost	Merska enota	Karbidna trdina	Rezalna keramika	
			Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ + TiC tlačno sintrano
gostota	g/cm ³	8 ... 15	3,90 ... 3,92	4,25 ... 4,30
upogibna trdnost	N/mm ²	800 ... 2100	500 ... 600	600 ... 700
	kp/mm ²	80 ... 210	50 ... 60	60 ... 70
tlačna trdnost	kN/mm ²	4 ... 5,6	4	4,5
	kp/mm ²	400 ... 560	400	450
modul elastičnosti	kN/mm ²	460 ... 560	410	360
	Mp/mm ²	46 ... 63	41	36
trdota	HV	1300 ... 2000	2400	3000
temperatura mehanja	°C	1100 ... 1200	1500	1300
temperaturna razteznost	10 ⁻⁶ /K	5 ... 7,5	6,7 ... 8,9	6,5 ... 7,8
toplotna prevodnost	W/mK	17 ... 80	21	38
	cal/cm. S. °C	0,04 ... 0,19	0,05	0,09



a — orodno jeklo
b — hitrorezno jeklo
c — stelit
d — karbidna trdina
e — oksidna keramika
f — mešana keramika
HV — trdota po Vickersu

Sl. 4. Trdota rezalnih materialov pri različnih temperaturah

Za dosego zgornjih lastnosti mora biti skrbno prirejen izdelovalni postopek.

Z dodatki mora biti zagotovljeno sintranje, pri tem pa naj bi struktura ostala čimbolj fina in enakomerna. Za velikost kristalov in gostoto sta odločilna temperatura žganja in čas sintranja. Oboje pa bistveno vpliva na zaostale napetosti, mikrorazpoke itd.

Rezalna sposobnost orodij je določena tudi s trdoto in trdnostjo pri visokih temperaturah. Keramični materiali do 1000 °C komaj merljivo ležejo in ne kažejo plastičnega preoblikovanja. Na sliki 4 lahko vidimo potek trdote za posamezne rezalne materiale v odvisnosti od temperature. Iz poteka krivulj lahko jasno ugotovimo veliko prednost, ki jo imata keramična rezalna materiala pri povišanih temperaturah. Težji ugotovitvi sledi sklep, da lahko s temi orodji obdelujemo z znatno večjimi hitrostmi rezanja kakor z drugimi rezalnimi materiali.

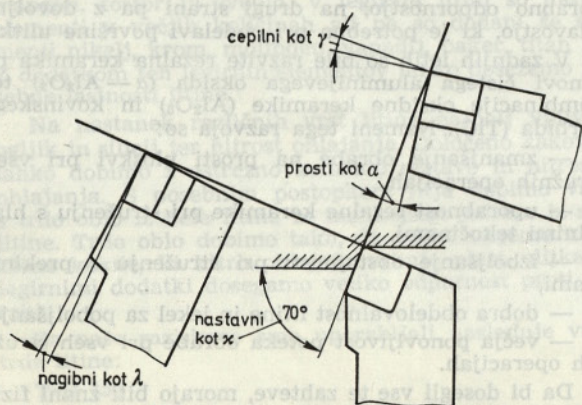
Nekoliko neugodna je občutljivost keramike za temperaturne spremembe. Za oksidno keramiko velja skok temperature nad 200 °C za rušilnega. Mešana keramika dopušča temperaturni skok do 500 °C, kar je posledica boljše toplotne prevodnosti TiC, večje natezne trdnosti, manjšega modula elastičnosti in manjše temperature razteznosti. Zato lahko pri struženju z mešano keramiko tudi hladimo s hladilnim sredstvom.

Pri stružnih preizkusih so bila uporabljena držala s prerezom 32 × 25 mm. Geometrija odrezavanja je prikazana na sliki 5.

OBRABA ORODJA IN RAZMERE PRI REZANJU

Zaradi trenja, razdvajanja in preoblikovanja materiala obdelovanca na rezalnem robu orodja nastaja na njem obrabna cona. Jakost in vrsta obrabe sta značilni za obstojnost orodja in za kakovost površine obdelovanca. Z obrabo na prosti ploskvi dobimo obrabno ploskev, ki jo označujemo z VB. Glede na zahtevano natančnost in kakovost obdelave je dopustna obraba VB med 0,1 mm in 1 mm.

Pri trdi litini ležijo v feritni osnovni masi trdi železni karbidi (slike 1, 2, 3). Ledeburit, ki se pojavlja v strukturi, dosega trdoto 920 HV, ferit, ki ima v sebi γ — mešane kristale (perlit) ima trdoto 340 HV. Porazdelitev obeh sestavin določa tudi trdoto trde litine. S trdimi karbidi v osnovni masi je trda litina zelo odporna proti obrabi. Obrabna odpornost obdelovalnega



Sl. 5. Geometrija rezalnega orodja pri preizkusih

materiala pa nasprotno zelo neugodno vpliva na odrezavanje. Velika obraba orodja izvira iz abrazivnega delovanja karbidov na orodje. To se še posebej pokaže na močni obrabi proste ploskve. Zaradi velike trdote litine je obremenitev cepilne ploskve veliko večja kakor pri obdelavi drugih materialov.

Orodja iz karbidne trdine se obrabljajo pri struženju trde litine razmeroma enakomerno na prosti in cepilni ploskvi. Pri keramiki pa imamo značilno krušenje delcev z rezalnega robu. Zaradi tega je tudi teže zasledovati obrabo na prosti ploskvi, kakršna nam je dobro znana pri struženju z orodji iz karbidnih trdin.

Iz prej povedanega izhaja, da smo glede na izboljšave, ki jih omogočajo keramični rezalni materiali pri obdelavi trde litine, usmerili tudi naše raziskave. Pri določanju ugodnih rezalnih hitrosti za kosmačenje imamo težave. Obraba ni tako postopna, temveč je značilno krhanje rezalnega robu. K težavam prispeva še prav posebno obdelava vrhnje plasti ulitkov. Površina je neenakomerno posejana z vključki in lunke. Zaradi tega smo posebej opazovali obrabo nekaterih orodij pri obdelavi vrhnje plasti in nato ločeno obrabo pri različnih rezalnih in podajalnih hitrostih.

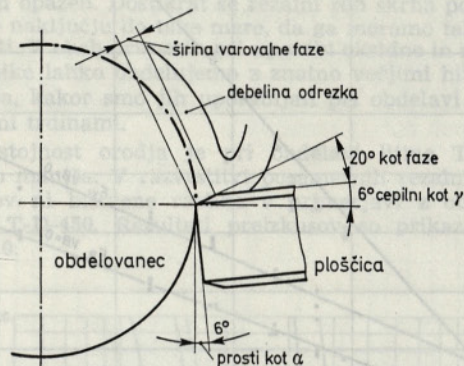
Za ugotavljanje stopnje obrabljenosti rezalnega robu keramičnih ploščic bomo bolj opazovali oblikovanje odrezkov. S povečano obrabo oz. zaradi bolj skrhane rezalne ploščice bo odrezek nekoliko razcefran. Postopoma lahko dobimo tudi razcepljen odrezek, ki je jasno znamenje, da je rezalni rob skrhan. Skrhan rezalni rob vpliva tudi na kakovost obdelane površine.

Debelina odrezka izhaja iz dopustne obremenitve rezalnega robu. Pri uporabi krhkih rezalnih materialov in sunkoviti obremenitvi klina zaradi prekinitev rezalnega procesa se z večjo podajalno hitrostjo večja nevarnost skrhanja orodja.

Zaradi omejitve obremenitve rezalnega robu in s tem tudi v znatni meri debeline odrezka h bomo trdo litino obdelovali z manjšim nastavnim kotom κ . Iz enačbe za podajanje $s = h/\sin \kappa$ izhaja, da je podajalna hitrost pri določenih debelini odrezka lahko toliko večja, kolikor manjši je nastavni kot κ . Pri obdelavi valjev iz trde litine obdelujemo z zelo majhnimi nastavnimi koti, da lahko tako skrajšamo obdelovalni čas. Jasno je, da širina odrezka ne sme prekoračiti dolžine rezalnega robu ploščice. Upoštevati moramo tudi, da je pri manjši debelini odrezka specifični rezalni odpor večji, večja je tudi odrivna sila, kar ima lahko za posledico večja oblikovna odstopanja obdelovanca.

Krhki rezalni materiali zahtevajo velike odpornostne momente rezalnega klina. To dosežemo z večjim kotom

klina. Uliti obdelovanci imajo zelo neenakomerno površino in zato je obremenitev rezalnega klina zelo sunkovita. Učinkovito lahko uporabljamo držala za ploščice z negativnim nagibom in cepilnim kotom. Za optimalno geometrijo se za keramične ploščice priporoča zbrušena faza s kotom -6 do -8° in širino 0,3 do 0,5 mm. Tabela 3 prikazuje širine faze na rezalnem robu ploščice (slika 6).



Sl. 6. Prikaz varovalne faze na rezalnem robu keramične rezalne ploščice

REZULTATI PREIZKUSOV

Pri preizkusih smo v največji meri opazovali obrabne pojave na rezalnem orodju. Trda valjčna litina je značilna po veliki količini cementita, ki abrazivno vpliva na orodje. V prvi vrsti opazujemo obrabo na prosti ploskvi. Pri karbidnih trdinah smo opazovali obrabo na prosti ploskvi $VB = 0,40$ mm. Za keramične ploščice je bilo ugotovljeno zelo povečano krhanje rezalnega robu pri obrabi nad $VB = 0,20$ mm, kar je veljalo tudi za obstojnostni kriterij. Rezultati preizkusov bodo prikazani za karbidne trdine za kriterij $VB = 0,4$ mm in za rezalno keramiko $VB = 0,20$ mm.

Rezalne sile se spreminjajo v odvisnosti od prereza odrezka in od stopnje obrabe rezalnega orodja. Zato smo merili sile glede na eno in na drugo spremenljivko. Upoštevana je bila obraba na prosti ploskvi.

Odrezki imajo pri struženju razmeroma ugodno obliko. Pretežno so bile prekinjene spirale, po klasifikaciji oblike 6 do 9. Ker ni bilo kritičnih neprekinjenih in ravnih odrezkov ali drobljenih odrezkov, jih nismo posebej vrednotili ali analizirali.

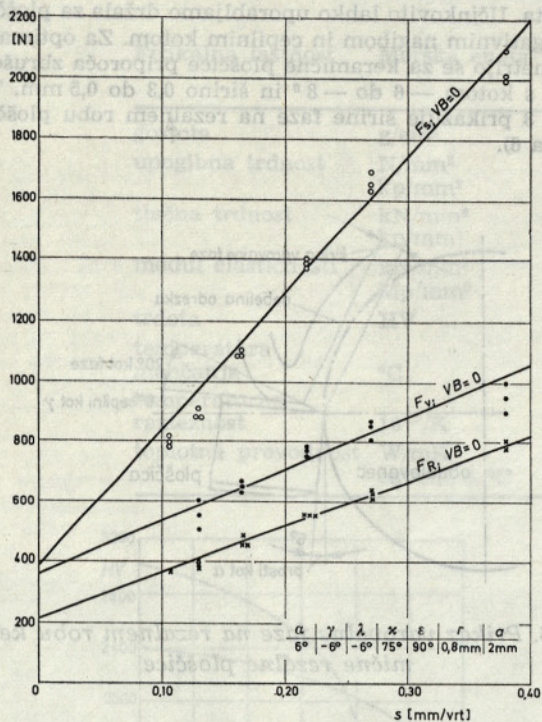
Sile pri struženju s karbidnimi trdinami ali z rezalno keramiko se po velikosti komaj razlikujejo. Opazne so sicer določene razlike pri odrivni oz. podajalni sili, ki pa ne vplivata na potrebno moč pogonskega motorja za obdelovalni stroj.

Rezalna sila nas zanima predvsem zaradi določanja omejitev pri odrezovalnem procesu in zaradi določanja potrebne moči pogona. Rezultati obrabnih preizkusov so pokazali, da lahko uporabljamo pri struženju trde litine z oksidno ali mešano keramiko znatno večje hitrosti rezanja, kakor pri struženju z ustreznimi vrstami karbidnih trdin. Če konstrukcija obdelovalnega stroja dopušča večje vrtilne hitrosti, se lahko pojavlja vprašanje omejitve moči na stroju. Zato je pomembno, da poznamo sile pri rezanju v odvisnosti od rezalne in podajalne hitrosti ter od stopnje obrabe orodja.

TABELA 3

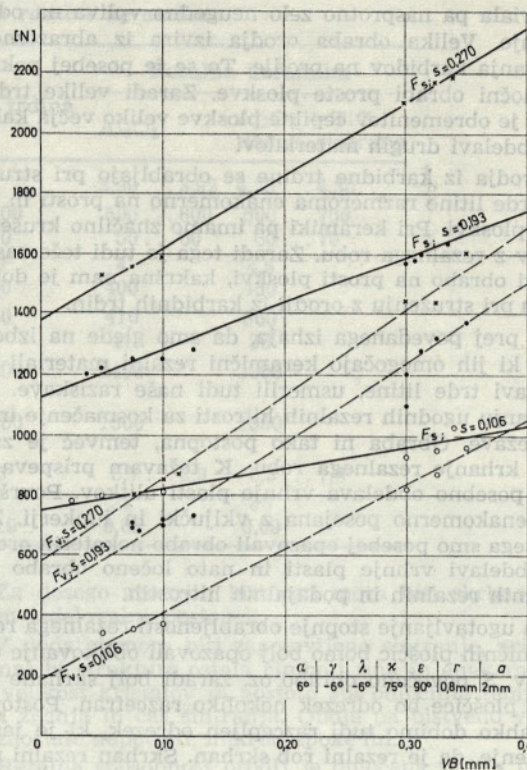
Vrsta obdelave	Podajanje mm/vrt.	Globina rezanja	Polmer konice*	Faza
kosmačenje	0,3 ... 0,6	3 do 6 (max 12)	1,2; 1,6 2,0; 2,5; 3,0	$0,20 \times 20^\circ$
glajenje	0,2 ... 0,4	$\approx 1,0$	0,8; 1,2 1,6	$0,20 \times 20^\circ$
fino struženje	0,1 ... 0,2	0,2	0,4; 0,8 1,2	$0,05 \times 20^\circ$

* Poudarjeno izpisane vrednosti zaokroženja konice veljajo za priporočene.

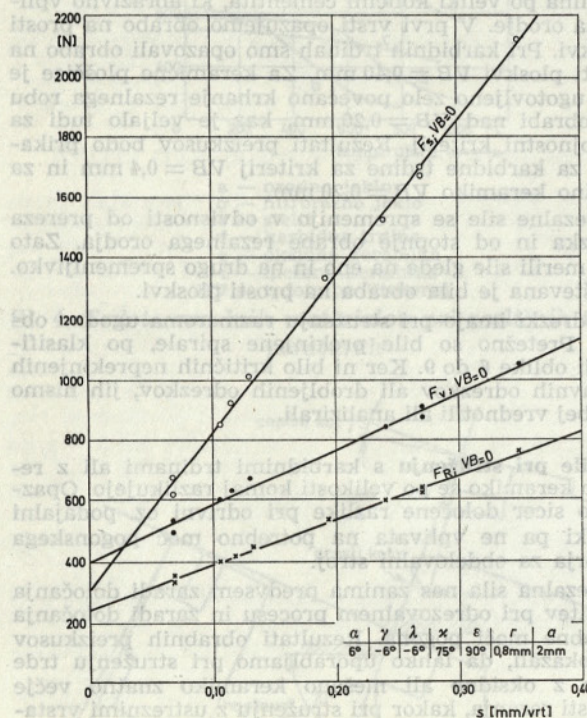


obdelovalni material: trda litina T-D-450
režalne ploščice: SNUN 12 04 08 — K 10

Sl. 7. Prikaz izmerjenih sil pri rezanju trde litine T-D-450. Upoštevan je vpliv podajalne hitrosti in obrabe rezalnega orodja na silo rezanja

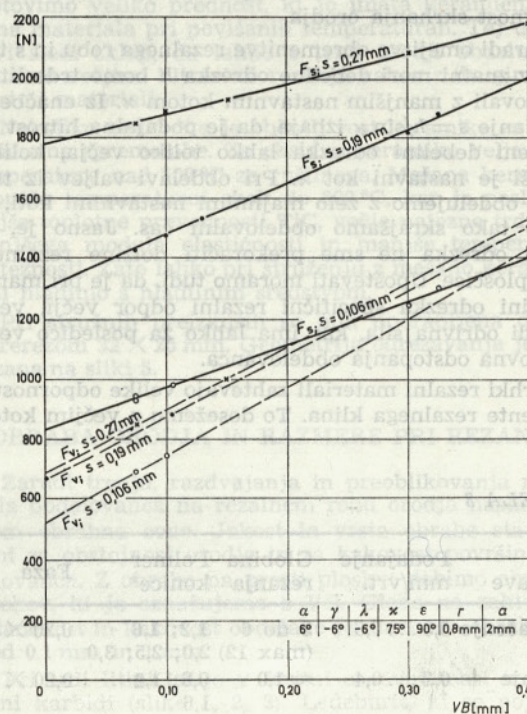


obdelovalni material: trda litina T-D-450
režalne ploščice: SNUN 12 04 08 — K 10



obdelovalni material: trda litina T-D-550
režalne ploščice: SNUN 12 04 08 — K 10

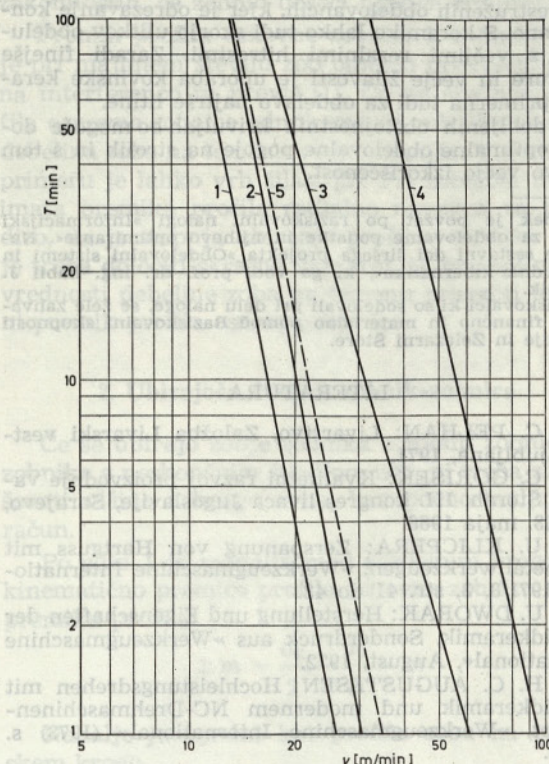
Sl. 8. Izmerjene sile pri odrezavanju trde litine T-D-550. Upoštevan je vpliv podajalne hitrosti in obraba orodja na silo rezanja



obdelovalni material: trda litina T-D-550
režalne ploščice: SNUN 12 04 08 — K 10

Obširnejše meritve so bile opravljene pri obdelavi s ploščicami iz karbidne trdine K10 in oblike SNUN (po ISO). Rezultati meritev so prikazani na sliki 7 za litino T-D-450 in na sliki 8 za litino T-D-550. Ugotovimo lahko, da razlike niso posebno velike. Glavna sila rezanja narašča z večanjem debeline odrezka, oz. s podajalno hitrostjo. Pri podajalni in pri odzivni sili ni tolikšnega povečevanja sile v odvisnosti od podajalne hitrosti oz. debeline odrezka. Rezalni odpor je pri litini T-L-550 razmeroma večji kakor pri T-L-450. Značilnih razlik nismo ugotovili.

Pri povečani obrabi orodja na prosti ploskvi $VB = 0,40$ mm se poveča tudi rezalni odpor, pri podajalni hitrosti $s = 0,106$ mm/vrt za 75 %, pri podajalni hitrosti $s = 0,27$ mm/vrt pa se je rezalni odpor povečal le za 20 %. Podajalna sila se je povečala kar za 2,3 do 2,6-krat. Iz tega lahko sklepamo, da moramo pri preračunih upoštevati spremembe, ki se pojavljajo s povečano obrabo orodja. To velja za tehnološko pripravo dela, pa tudi v obratu je treba upoštevati te spremembe, da ne pride do preobremenitev pogonov ali posameznih elementov obdelovalnega stroja.



obdelovalni material: trda litina T-D-450

orodje:

1 — HV 08: $VB = 0,4$ mm

2 — H1P : $VB = 0,4$ mm

5 — GC 315 (TiC oplastena): $VB = 0,2$ mm

geometrija:	α	γ	λ	κ	r	a
	6°	— 6°	— 40°	75°	0,8	2

orodje:

3 — oksidna keramika: $VB = 0,2$ mm

4 — mešana keramika: $VB = 0,2$ mm

geometrija:	α	γ	λ	κ	r	a
	6°	— 6°	— 4°	70°	0,6	2

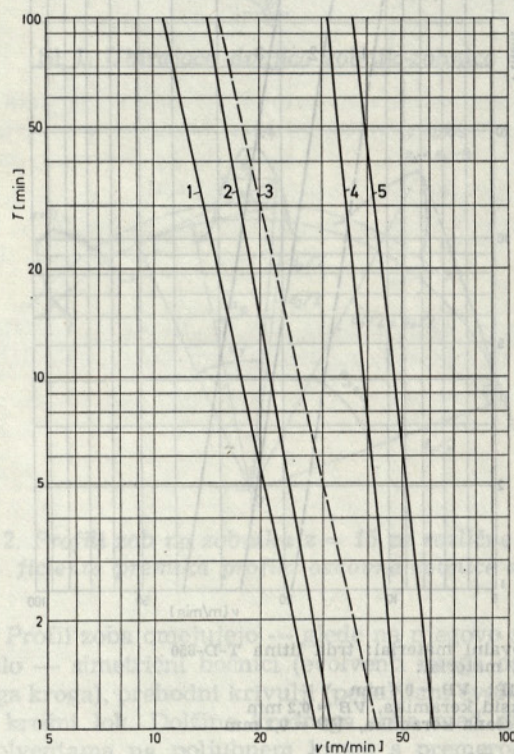
podajanje $s = 0,10$ mm/vrt

Sl. 9. Obstočnost rezalnega robu pri struženju trde litine T-D-450 s karbidno trdino in rezalno keramiko

Obstočnost orodja je naslednji parameter, ki smo ga v tej raziskavi razmeroma obširno obravnavali. Pri obdelavi litine T-L-450 smo ugotovili precejšnje razlike obstojnosti karbidnih trdin dveh izdelovalcev (orodje 1 in 2, slika 9) pri enaki kakovosti. Rezultati kažejo, da bi bila realna rezalna hitrost med 10 in 15 m/min glede na izračunane optimalne vrednosti obdelave.

Obstočnost keramičnih ploščic je dosti večja kakor pri karbidnih trdinah (orodje 3 in 4, slika 9). Iz diagrama ni razviden znaten raztros obrabe, ki je bil pri preizkusih opazen. Dostikrat se rezalni rob skrha popolnoma po naključju do take mere, da ga moramo takoj zamenjati. V obeh primerih pri uporabi oksidne in mešane keramike lahko obdelujemo z znatno večjimi hitrostmi rezanja, kakor smo jih uporabljali pri obdelavi s karbidnimi trdinami.

Obstočnost orodja je pri obdelavi litine T-D-550 znatno manjša. V razvrstitvi posameznih rezalnih materialov ni bistvene razlike v primerjavi z obdelavo litine T-D-450. Rezultati preizkusov so prikazani na sliki 10.



obdelovalni material: trda litina T-D-550

orodje:

1 — HV 08: $VB = 0,4$ mm

2 — H1P

3 — GC 315 (TiC oplastena): $VB = 0,2$ mm

geometrija:	α	γ	λ	κ	r	a
	6°	— 6°	— 4°	75°	0,8	2

orodje:

4 — oksidna keramika, $VB = 0,2$ mm

5 — mešana keramika

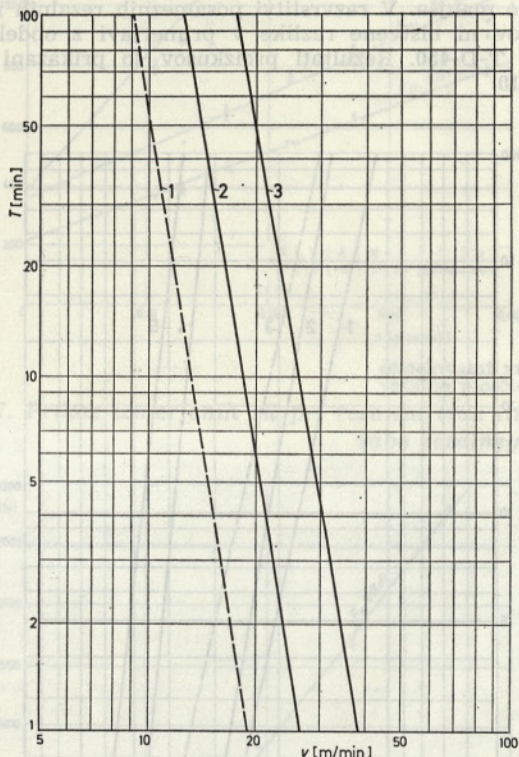
geometrija:	α	γ	λ	κ	r	a
	6°	— 6°	6°	70°	0,6	2

podajanje $s = 0,10$ mm/vrt

Sl. 10. Obstočnost rezalnega robu pri struženju trde litine T-D-550 s karbidno trdino in keramiko

Slika 11 prikazuje obstojnost rezalnih orodij pri struženju trde litine T-D-650. Jasno je razvidno, da se orodja bistveno hitreje obrabljajo. Primerne rezalne hitrosti so zelo majhne. Uporaba keramike pri odrezavanju te litine prinaša nove obete. Moramo pa pri tem ugotoviti, da je tudi z rezalno keramiko posebno težko obdelovati površinski sloj. Zaradi neenakomernosti preza se rezalni robovi pogostoma skrhajo.

Pri vseh primerih obdelave vrhnjega sloja ulitkov smo ugotovili, da je obstojnost orodja približno za polovico manjša kakor pri obdelavi naslednjega, kompaktnega sloja. Zaradi vključkov in lunkejev se orodje skrha zelo po naključju. Zato tudi v to poročilo nismo vključili rezultatov o obstojnosti orodja pri struženju skorje ulitka. Ta del raziskav bo treba še nadaljevati v obdelovalnih obratih, tako da bo vzorec velik in s tem tudi dovolj zanesljiv.



obdelovalni material: trda litina T-D-650
orodni material:

- 1 — HIP: VB = 0,4 mm
- 2 — oksid keramika, VB = 0,2 mm
- 3 — mešana keramika, VB = 0,2 mm

Sl. 11. Obstojnost rezalnega robu pri struženju trde litine T-D-650 s karbidno trdino in rezalno keramiko

SKLEP

Splošni pregled je pokazal, da je obseg obdelave trde litine znaten. Rezultati teh raziskav se lahko uporabljajo na razmeroma obširnem področju izdelave z boljšimi obdelovalnimi razmerami pa lahko znatno zmanjšamo stroške obdelave.

Pri obdelavi trde litine se rezalna orodja hitro obrabljajo zaradi velikih specifičnih pritiskov na cepilno ploskev orodja in zaradi velikega abrazivnega učinka cementita, ki v litini prevladuje.

Zaradi velikega vpliva strukture materiala na obdelovalnost je posebno pomembno, da imamo na voljo obdelovalce s stalno kakovostjo. Lunkeji v ulitkih, posebno še na površini, povečujejo krhanje orodij.

Pri obdelavi s karbidnimi trdinami smo ugotovili, da se kakovost rezalnih ploščic različnih izdelovalcev precej razlikuje. Ekonomska analiza v obdelovalnih razmerah bo lahko pokazala kolikšen učinek ima zmanjšana obstojnost na stroške obdelave.

Dosedanji rezultati kažejo, da lahko s keramičnimi rezalnimi orodji obdelujemo z veliko večjimi hitrostmi kakor s karbidnimi trdinami. Uporaba rezalne keramike ima pri obdelavi trde litine prednost predvsem pri prestruženih obdelovancih, kjer je odrezavanje kontinuirano. S keramiko lahko tudi skorjo ulitkov obdelujemo z večjimi rezalnimi hitrostmi. Zaradi finejšje strukture in večje žilavosti je uporaba kovinske keramike primerna tudi za obdelavo najtrše litine.

Po dobljenih obstojnostnih krivuljah bo mogoče določiti optimalne obdelovalne pogoje na strojih in s tem njihovo večjo izkoriščenost.

Članek je povzet po raziskovalni nalogi »Informacijski center za obdelovalne podatke in njihovo optimiranje«. Naloga je sestavni del širšega projekta »Obdelovalni sistemi in proizvodna kibernetika«, ki ga vodi prof. dr. ing. habil J. Peklenik.

Raziskovalci ki so sodelovali pri delu naloge, se žele zahvaliti za finančno in materialno pomoč Raziskovalni skupnosti Slovenije in Zelezarni Store.

LITERATURA

- [1] C. PELHAN: Livarstvo, Založba Livarski vestnik, Ljubljana, 1971.
- [2] C. GORIŠEK: Kvalitetni razvoj proizvodnje valjev v Štorah, III. kongres livaca Jugoslavije, Sarajevo, 8. in 13. maja 1966.
- [3] U. KLICPERA: Zerspanung von Hartguss mit Hartmetallwerkzeugen, »Werkzeugmaschine International«, 1971/3, 3, str. 41 do 48.
- [4] U. DWORAK: Herstellung und Eigenschaften der Schneidkeramik, Sonderdruck aus »Werkzeugmaschine International«, August, 1972.
- [5] H. C. AUGUSTESEN: Hochleistungsdrehen mit Schneidkeramik und modernem NC-Drehmaschinenkonzept, »Werkzeugmaschine International« (1973) s. 19—23.

Avtorjev naslov: doc. dr. ing. Zoran Seljak
Fakulteta za strojništvo
Univerze v Ljubljani