

UDK 65.012.12:669.018.23

Eksperimentalne raziskave odrezovalnosti neželeznih zlitin za avtomate

POLDE LESKOVAR

Vse hitrejšje uvajanje avtomatov in avtomatizacije v kovinski industriji narekuje čedalje globlje poznavanje materialov, ki jih uporabljamo pri avtomatiziranih postopkih. Zaradi tega se dandanes peča vedno več znanstvenikov in raziskovalcev po svetu z raziskavo materialov. Sele njihove sistematizirane raziskave dajejo trdno osnovo za izbiro optimalnih vrednosti, ki so potrebne pri takih postopkih. Metode in postopki odrezovalnosti določenega materiala so lahko različne in odvisne od materiala samega. Večina teh postopkov je dolgotrajna in terja ogromno preskusov, ki so hkrati združeni tudi z znatnimi stroški in naporji ljudi. Tudi pri naših raziskavah na Inštitutu za strojništvo pri Fakulteti za strojništvo v Ljubljani je bilo potrebnih več sodelavcev. Tu bi se rad zahvalil sodelavcem dipl. inženirjem Andreju Tavčarju, Andreju Svetini in Srečku Modrišanu, ki so pomagali opraviti vrsto preskusov pri raziskavah obdelovalnosti domačih kovinskih materialov.

1. Uvod

V zadnjem desetletju so bili v industriji doseženi veliki uspehi pri večanju storilnosti. To velja še posebej za velikoserijsko proizvodnjo. Takšen napredek je bilo mogoče doseči s specializacijo in avtomatizacijo.

Z napredkom tehnike in posebno tehnologije se pojavlja cela vrsta novih prijemov. Vloga obdelovanca kot osnove v procesu izdelave ostaja še vedno neokrnjena. Spreminjajo pa se postopki, s katerimi naredimo iz surovine — materiala izdelek, in organizacija dela. Z uvajanjem nove tehnologije se pojavljajo nove možnosti za mnogo hitrejšje in natančnejše spremljanje in predelovanje informacij o materialu, orodju, obdelovancu, delovnem postopku ipd.

Kadar govorimo o avtomatiziranih postopkih, tedaj so pomembni tudi optimalni obdelovalni pogoji in za to potrebni podatki o materialu, orodju in stroju. Pri tem je v ospredju program posredovanja rezalnih vrednosti, ki ga izračunamo z elektronskim računalnikom. Potrebne podatke za tako posredovanje dobimo iz izdelanih materialnih, orodnih in strojnih kartic.

Strojne kartice vsebujejo podatke za učinek na delovnem vretenu ter največje in najmanjše možno podajanje stroja ipd. Orodne kartice zajemajo razen podatkov o geometriji orodja še pogoje dela, kakršni so obstojna doba, širina obrabnega pasu, najmanjša možna globina rezanja in dopustna debelina odrezka, delovna dolžina orodja, glavna sila rezanja ipd., ki se nanašajo na določen material obdelovanca.

Materialne kartice sestavljamo s tehnološkim procesorjem. Z njim lahko izračunamo vse za obdelavo potrebne rezalne vrednosti tistih materialov, ki se v določenem obratu uporabljajo najpogostejše. Material posameznih obdelovancev pa lahko obdelujemo z različnimi rezalnimi materiali. Zaradi tega moramo posredovati procesorju za vsak želeni primer tudi karakteristične vrednosti materiala obdelovanca. S pomočjo tako izračunanih vrednosti je potem mogoče določati osnovno enačbo obdelovalnosti. Tu so potrebne materialne kartice, ki vsebujejo vse potrebne podatke tako o materialu za obdelovanje kakor tudi o materialu za orodja [1, 2].

Ce so omenjene vrednosti znane, jih lahko prevzamemo neposredno. V večini primerov pa jih moramo določiti s preskušanjem in prilagajati vrednostim, ki se nanašajo na material, orodje — obdelovanec in stroj [3].

Med razpoložljivimi podatki, ki jih lahko dajejo orientacijske smerne vrednosti za optimiranje obdelovalnih pogojev, ki so na vpogled po različnih priročnikih in literaturah, se pogostoma pojavljajo težave zaradi velikega trosenja. Težave nastajajo tako pri materialih za orodja kakor tudi pri onih za obdelo-

vance. Zavoljo tega je določanje oziroma ocenjevanje potrebnih karakterističnih vrednosti o lastnosti materiala in orodja zelo tvegano, saj ima lahko napačna izbira med njimi za posledico slabši gospodarski učinek in zmanjšanje proizvodnosti [4].

Iz povedanega je razumljivo, da si moramo potrebne podatke za določene materiale priskrbeti sami. Sele tako je mogoče dobiti zanesljive podatke, ki bodo rabili kot osnova za nadaljnjo modernizacijo in uvedbo avtomatizacijskih sistemov v proizvodnjo.

2. Obdelovalnost neželeznih kovin in njihovih zlitin

Najvažnejši neželezni kovini, s katerima pridobivamo zlitine, ki so sposobne za odrezavanje na avtomatih, sta prav gotovo baker in aluminij.

Sposobnost neželeznih kovin za odrezavanje je zelo različna in razmeroma slabo raziskana. Pojem obdelovalnosti — v našem primeru odrezovalnosti — lahko označimo z naslednjimi karakteristikami:

- trajnost orodja v odvisnosti od hitrosti rezanja in fizikalnih lastnosti materialov obdelovanca in orodja,
- kvaliteta obdelane površine in natančnost obdelave,
- rezalne sile in delo, ki je potrebno za odrezavanje določene količine odrezkov,
- oblika odrezkov,
- ekonomičnost obdelave ipd.

Poglejmo prav na kratko nekaj značilnosti posameznih zlitin pri obdelavi z odrezavanjem!

Pri odrezavanju aluminija in njegovih zlitin ima odpor rezanja prav majhno vlogo. To ima za posledico, da je obraba rezalnega roba zelo majhna. Zaradi tega spremljanje obrabe orodja in velikost rezalnih sil kot merila za obdelovalnost nimata tolikšnega pomena kakor pri jeklu in litinah na osnovi železa. Zavoljo tega je dandanes pri preskušanju aluminija in njegovih zlitin v rabi predvsem kriterij kvalitete površine kot merila obdelovalnosti.

Seveda pa ni mogoče trditi, da se dajo vse aluminijeve zlitine obdelovati enako dobro. Med njimi je precejšnja razlika. Aluminijeve zlitine za litje — posebno take, ki vsebujejo večji odstotek silicija — močno obremenjujejo rezalno orodje in učinkujejo nanj abrazivno [5]. Zategadelj jih obdelujemo pri relativno manjših hitrostih rezanja. Druga vrsta aluminijevih zlitin so zlitine za avtomate, ki se dajo dobro obdelovati s postopki odrezavanja [6].

Tudi baker in njegove zlitine so v strojništvu zelo pomembni. Zlitine bakra delimo lahko na več načinov: po legirnih elementih, ki jih vsebujejo posamezne zlitine, v medli in brone ter po načinu pridobivanja v zlitine za gnetenje in zlitine za litje.

Navadne medij so namenjene za litje in gnetenje ter so standardizirane. Posebna vrsta medij so medij za avtomate. To je v bistvu dvofazna zlitina Cu-Zn, ki ji dodajamo podobno kakor aluminiju [6] določen odstotek fino razsipanega svinca (včasih tudi telurja, kositra, bizmuta ipd.), ki pospešuje nastajanje drobnih kratkih odrezkov pri odrezavanju.

Baker in njegove zlitine lahko dobro obdelujemo z vsemi postopki odrezavanja. Vendar moramo tako za baker kakor tudi za aluminij ugotoviti, da je le malo znanih raziskav s področja njune odrezovalnosti. Razen tega se raziskave odrezovalnosti bakra in njegovih zlitin naslanjajo na metode preskušanja, ki so bile razvite za jekla. V nasprotju z odrezavanjem jekla, pri katerem je sposobnost rezanja v veliki meri odvisna od temperature na rezalnem robu orodja, nastajajo pri odrezavanju bakra in njegovih zlitin samo nizke temperature. Seidel [7] je določal temperaturo na konici noža in dosegel pri odrezavanju medij temperaturo 210 °C. Pri tem je znašala hitrost rezanja 100 m na minuto, prerez odrezka pa $a \times s = 1 \times 0,21 \text{ mm}^2$. Iz tega lahko cenimo, da so bile temperature prenizke, da bi lahko povzročale termično obrabo. Spričo tega je potrebno biti pozornejši na točno obrabo, pri kateri gre zgolj za posredno odvisnost od temperature.

Iz povedanega izhaja, da je pri obeh vrstah zlitin zelo upravičen kriterij obdelovalnosti — kvaliteta površine.

3. Izbira območja za preskušanje

Izbira pravičnega območja za preskušanje je prav gotovo odločilnega pomena za vrednost in zanesljivost dobljenih rezultatov. Ponavadi izbiramo območje za preskušanje po literaturi in izkušnjah. Najzanesljivejša izbira pa je vsekakor z uvodnimi preskusi. Pri naših raziskavah smo uporabljali eno in drugo, čeravno so nam rabili za končno izbiro podatki, ki smo jih dobili z uvodnimi preskusi. Pri pregledu literature smo pogosto zadevali na nasprotujoča si priporočila in ugotovitve. Zaradi tega smo se odločili tudi pri naših preskusih za uvodne preskuse. Pri njih smo izbirali naslednja območja oziroma spreminjali naslednje činitelje:

- vpliv cepilnega kota γ ,
- vpliv prostega kota α ,
- vpliv nastavnega kota κ ,

- vpliv nagibnega kota λ ,
- vpliv globine rezanja a ,
- vpliv podajanja s ,
- vpliv hitrosti rezanja v ,
- vpliv višine pri nastavitvi stružnega noža h in
- vpliv odseka na preskušancu oziroma vpliv obdelovalnega stroja.

Po rezultatih, ki smo jih dobili z uvodnimi preskusi, smo sestavili dokončni program preskušanja:

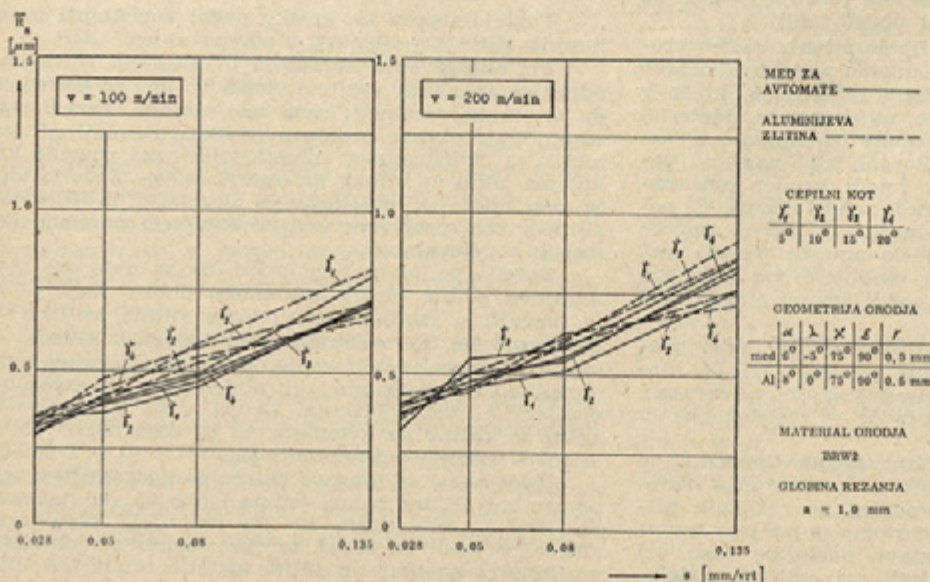
1. raziskave kvalitete površine v odvisnosti od podajanja, hitrosti rezanja in cepilnega kota ter
2. raziskave oblike odrezkov v odvisnosti od podajanja hitrosti rezanja in cepilnega kota.

Pri tem smo spreminjali naslednje činitelje:

- hitrost rezanja $v = 100, 200, 400 (500) \text{ in } 800 \text{ m na minuto}$,
 - cepilni kot $\gamma = 5, 10, 15 \text{ in } 20^\circ$ in
 - podajanje $s = 0,028; 0,05; 0,08 \text{ in } 0,35 \text{ mm/vrt}$.
- Ostali parametri pa so ostali konstantni, in sicer:
- prosti kot $\alpha = 8^\circ (6^\circ)$,
 - nagibni kot $\lambda = 0^\circ (-5^\circ)$,
 - nastavni kot $\kappa = 75^\circ$,
 - kot konice $\varepsilon = 90^\circ$,
 - radij zaokrožitve $r = 0,5 \text{ mm in}$
 - globina rezanja $a = 1 \text{ mm}$.

Posamezne obdelovance smo razdelili na štiri odseke. Vsak odsek je imel stružno dolžino 25 mm. Tako je bilo mogoče obdelati vsak odsek z drugačnim podajanjem. Postopki preskušanja s kratkimi območji preskušanja dajejo rezultate pri enakih hitrostih rezanja z zelo konstantnimi pogoji. Tako je mogoče izločiti vse mogoče slučajnostne vplive in dobiti rezultate, ki omogočajo objektivne primerjave [8]. Material obdelovancev sta bili dve zlitini za avtomate; zlitine na osnovi aluminija in zlitina na osnovi bakra (med). Preskuse smo izvajali na posebni eksperimentalni stružnici, ki lahko dosega vrtilno hitrost do 8200 vrt. na minuto, pri čemer jo lahko brezstopenjsko spreminjamo. Hrapavost površine pa smo ugotavljali na posebnem, zelo natančnem merilniku Talysurf 4.

Da bi bili rezultati čim realnejši, smo vsak preskus ponovili trikrat, pri vsakem pa izmerili hrapa-



vost na treh krajih. Tako smo dobili za vsak preskus iz treh meritev srednjo vrednost hrapavosti $\overline{Ra}$, iz vseh treh preskusov pa skupno srednjo vrednost $\overline{Ra}$.

Za orodje smo uporabljali nože iz hitroreznega jekla BRW 2 domače proizvodnje.

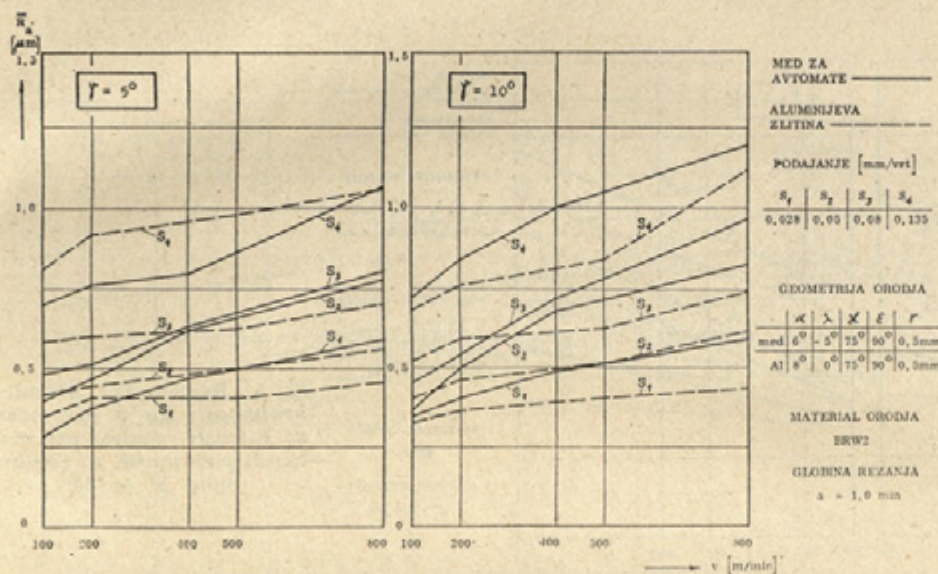
4. Rezultati raziskav

Že pri uvodnih preskusih smo ugotovili, da ima največji vpliv na kvaliteto površine podajanje, za njim hitrost rezanja in nazadnje cepilni kot. Če pogledamo diagrame na slikah 1, 2 in 3, vidimo, kako lahko vplivajo na kvaliteto površine različni činitelji. Na sliki 1 so prikazane srednje vrednosti $\overline{Ra}$ v odvisnosti od podajanja pri različnih kotih. Leva stran slike prikazuje omenjene odvisnosti pri hitrosti rezanja $v = 100$ m na minuto, desna pa pri hitrosti rezanja $v = 200$ m na minuto. Če primerjamo oba dela slike med seboj, opazimo tudi vpliv hitrosti rezanja na kvaliteto površine. Slika 2 kaže odvisnost hrapavosti $\overline{Ra}$ od hitrosti rezanja pri različnih podajanjih za cepilne kote $\gamma = 5^\circ$ in $\gamma = 10^\circ$. Slika 3 ponazarja rezultate srednjih

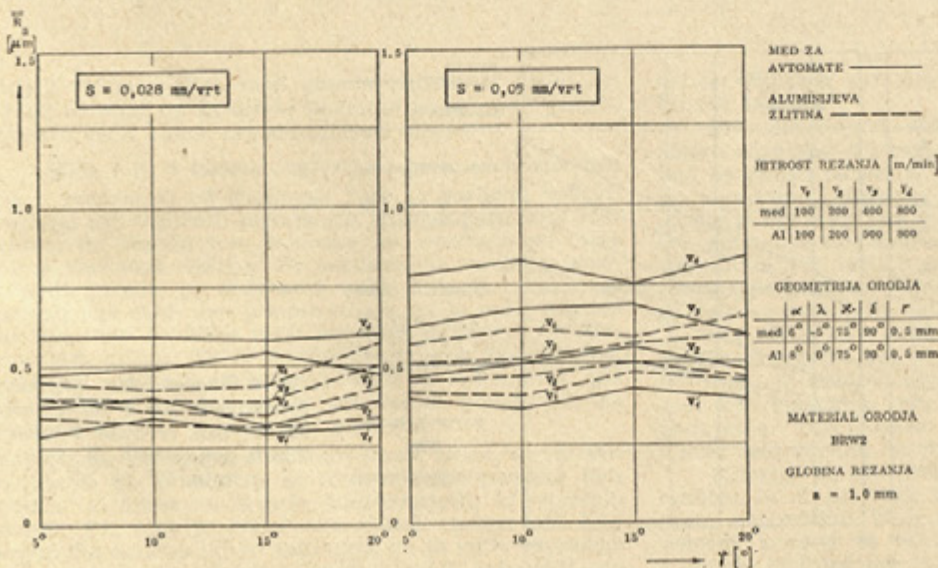
vrednosti hrapavosti v odvisnosti od cepilnega kota pri različnih hitrostih rezanja za podajanje $s = 0,028$ mm na vrtljaj in $s = 0,05$ mm/vrt.

Že pri analizi krivulj srednjih vrednosti lahko dobimo potrditev slike, ki so jo dali uvodni preskusi, tj. da je vpliv podajanja na kvaliteto površine največji, za njim hitrost rezanja in slednjič cepilni kot, ki je najmanj vpliven.

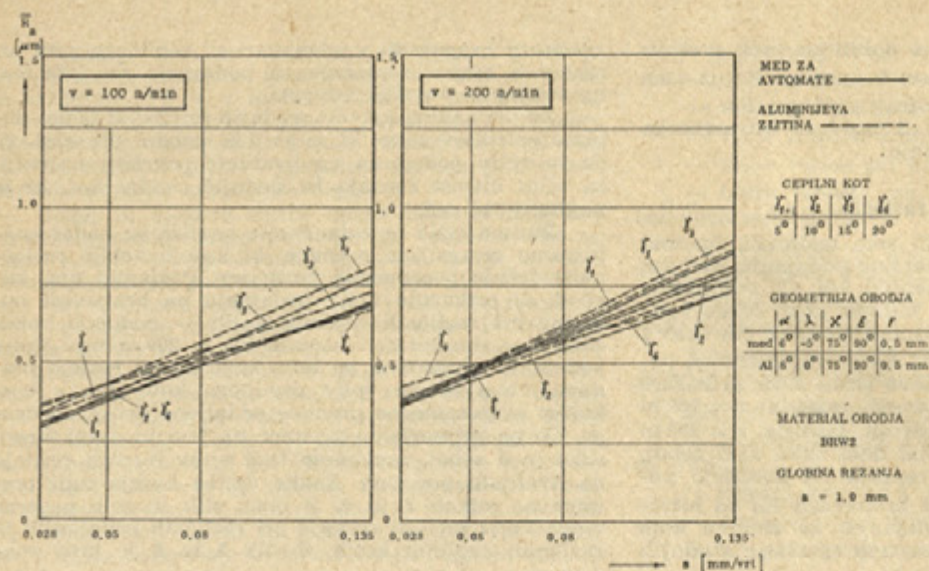
Znatno lažja in natančnejša analiza je, kadar analiziramo regresijske premice, ki kažejo veliko razločnejše težnje posameznih činiteljev. Poglejmo npr. sliko 4, ki prikazuje vpliv podajanja na hrapavost površine pri različnih cepilnih kotih — podobno kakor slika 1 za dve hitrosti rezanja 100 in 200 m/min! Vpliv podajanja razberemo po tem, kako strmo rastejo premice, vtem ko je vpliv cepilnega kota dan s tem, koliko so posamezne premice oddaljene druga od druge. Če pa primerjamo premice na levi in desni strani slike med seboj, razvidimo tudi vpliv hitrosti rezanja na kvaliteto površine. Enake vplive kažejo tudi premice na slikah 5 in 6. Z obeh slik je zelo nazorno viden vpliv hitrosti rezanja pri različnih podajanjih in različnih cepilnih kotih. S slik 5 in 6 je prav tako



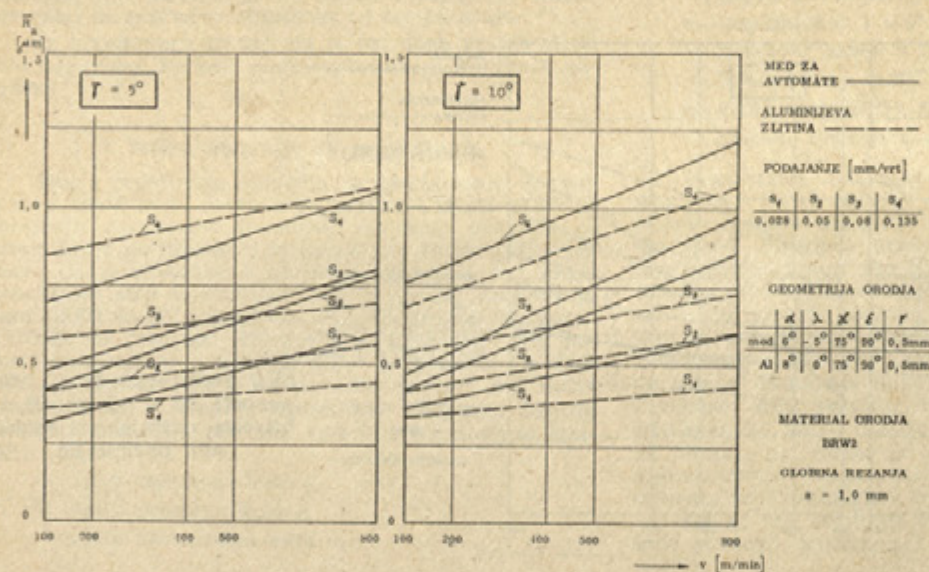
Sl. 2. Srednje vrednosti hrapavosti Ra v odvisnosti od hitrosti rezanja pri različnih podajanjih



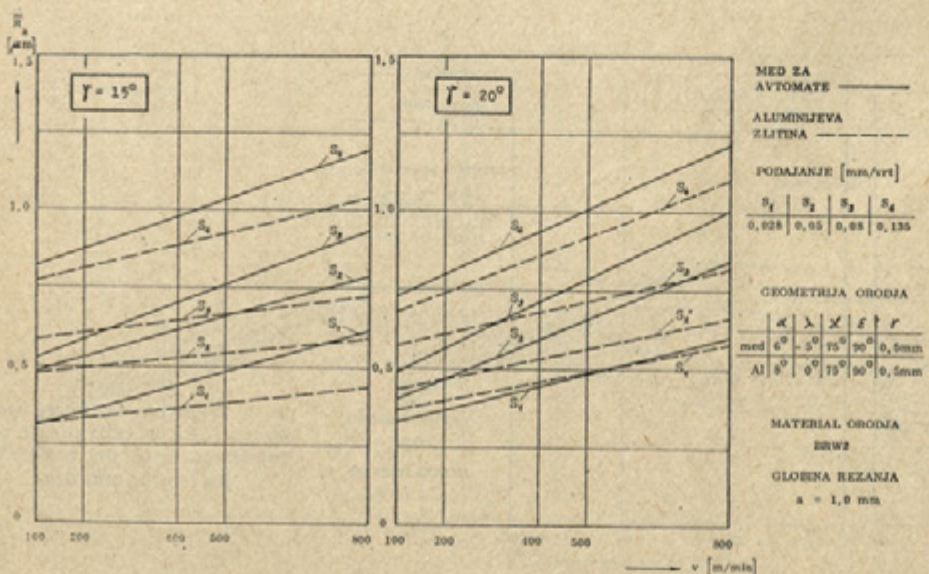
Sl. 3. Srednje vrednosti hrapavosti Ra v odvisnosti od cepilnega kota pri različnih hitrostih rezanja



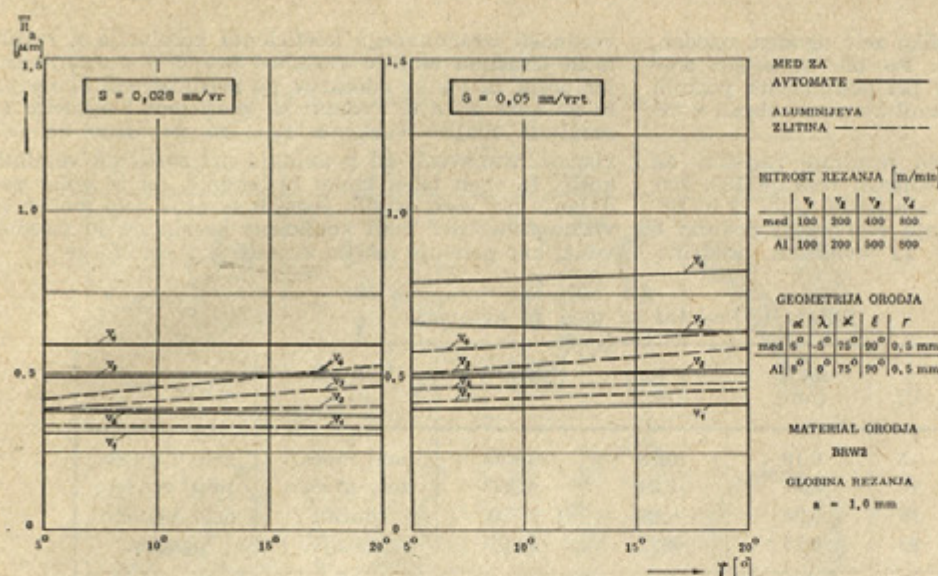
Sl. 4. Regresijske premice hrapavosti R_a v odvisnosti od podajanja pri različnih cepilnih kotih



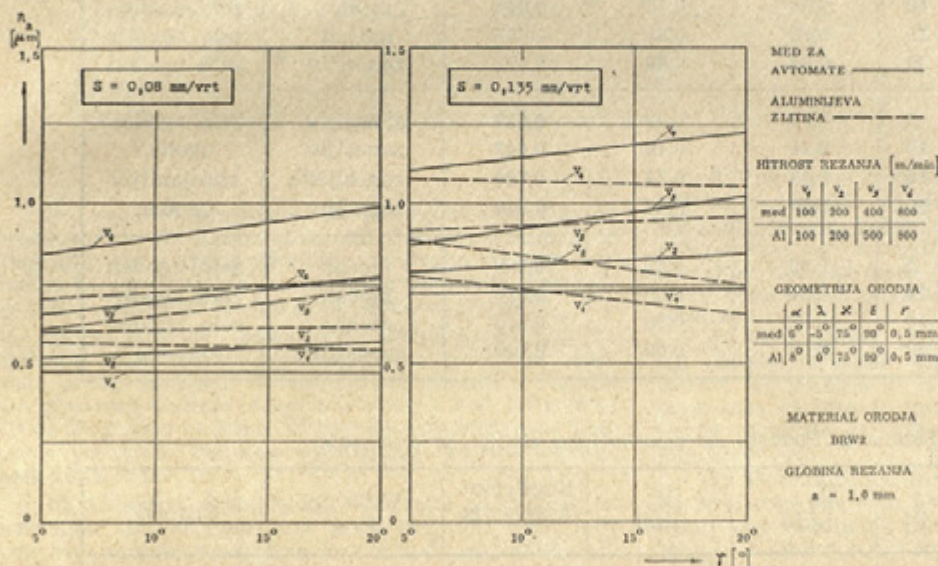
Sl. 5. Regresijske premice hrapavosti R_a v odvisnosti od hitrosti rezanja pri različnih podajanjih za cepilna kota 5° in 10°



Sl. 6. Regresijske premice hrapavosti R_a v odvisnosti od hitrosti rezanja pri različnih podajanjih za cepilna kota 15° in 20°



Sl. 7. Regresijske premice hrapavosti R_a v odvisnosti od cepilnih kotov pri različnih hitrostih rezanja za podajanja 0,028 in 0,05 mm/vrt



Sl. 8. Regresijske premice hrapavosti R_a v odvisnosti od cepilnih kotov pri različnih hitrostih rezanja za podajanja 0,08 in 0,135 mm/vrt

dobro vidna razlika med obema zlitinama. Vpliv hitrosti rezanja na kvaliteto površine je pri medu za avtomate večji kakor pri aluminijevi zlitini.

Sliki 7 in 8 kažeta regresijske premice hrapavosti R_a v odvisnosti od cepilnega kota za različne hitrosti rezanja pri različnih podajanjih. Iz lege premic je razvidno, da cepilni kot dejansko na kvaliteto površine nima močnega vpliva. Po medsebojni razdalji posameznih premic pa doženemo vpliv hitrosti rezanja. Iz primerjave obeh vrst premic izhaja, da je vpliv hitrosti na kvaliteto površine večji pri medu kakor pa pri aluminijevi zlitini. Vpliv cepilnega kota je po slikah 7 in 8 pri majhnih podajanjih 0,028 in 0,05 mm/vrt pri obeh zlitinah precej enak, pri večjih podajanjih pa postane ta vpliv zaznavnejši pri medu.

Kadar ocenjujemo odrezovalnost zlitin, ki jih obdelujemo na avtomatih, so zelo velikega pomena tudi oblika odrezkov in seveda tudi činitelji, ki vplivajo nanjo. Pri tem je treba obe zlitini razločevati med seboj. Na splošno lahko zapišemo, da je vpliv cepilnega kota na obliko odrezkov znatno večji pri medu, na

obliko odrezkov pri aluminijevi zlitini pa bolj vpliva hitrost rezanja.

Pri aluminijevi zlitini smo dobili najugodnejše oblike odrezkov pri cepilnem kotu 15°. Tudi podajanje ima na obliko odrezkov zelo močan vpliv. Tako so bili pri aluminijevi zlitini za avtomate ugodni odrezki za podajanje npr. 0,028 mm/vrt do hitrosti rezanja 800 m/min, pri podajanju 0,05 mm/vrt pa samo do hitrosti rezanja 500 m/min. Pri velikih podajanjih in velikih hitrostih rezanja pa postanejo oblike odrezkov zelo neugodne in za delo na avtomatih celo neprimerne.

Pri medu ima največji vpliv na obliko odrezkov predvsem cepilni kot, znatno manj pa hitrost rezanja. Pri medu se namreč oblika odrezkov z večjimi cepilnimi koti neugodno veča. To velja še posebej za manjše podajanje. Torej lahko v danih pogojih podajanje vpliva celo ugodno na obliko odrezkov.

Kriteriji za ocenjevanje oblike odrezkov so precej različni in si jih vsak raziskovalec sestavlja bolj ali manj samovoljno. Tudi pri naših ocenjevanjih smo si določili kriterij za oblike odrezkov, ki so ocenjene s štirimi kvalitetskimi razredi. Po prikazanem kriteriju

je lahko odrezek glede na obliko zelo ugoden, ugoden, sprejemljiv in nesprejemljiv. Po teh kriterijih smo lahko ocenili oblike odrezkov pri posameznih pogojih rezanja. Nekaj tako zbranih rezultatov smo zbrali v tabelah 1 in 2.

Tabeli 1 in 2 priobčujeta rezultate raziskav za podajanje $s = 0,028$ mm/vrt, hitrosti rezanja 100, 200, 400 (500) in 800 m/min in cepilnih kotih 5, 10, 15 in 20°. Povrh osnovnih pogojev rezanja so vneseni podatki o srednjih vrednostih meritev za kvaliteto površine,

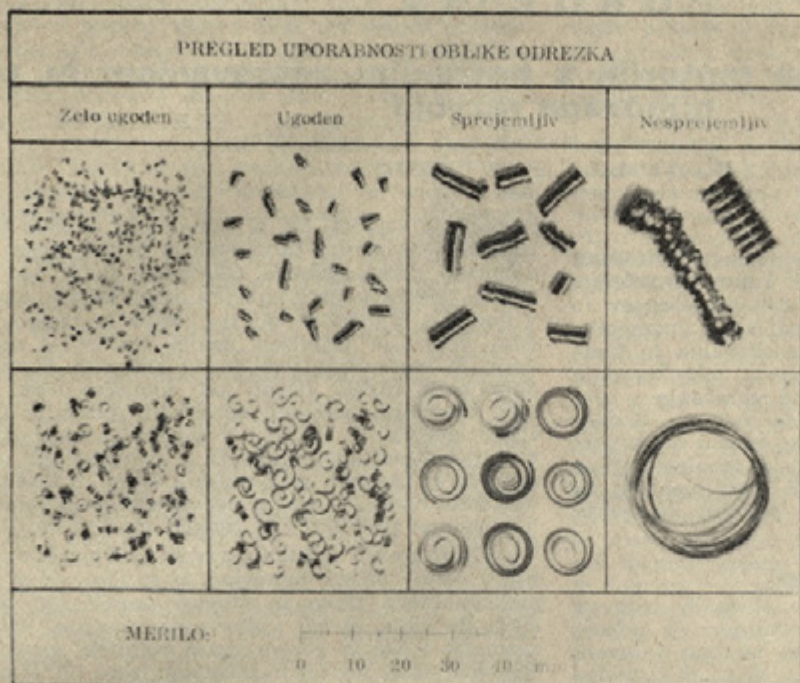
vrednosti izračunanega koeficienta korelacije r , rezultatih izračuna analize variance pri 95 % zanesljivosti ter oceni za oblike odrezkov po predloženem kriteriju, ki ga kaže slika 9. Podatki za koeficient korelacije in rezultati analize variance $F_{0,05}$ se nanašajo na odvisnost hrapavosti od podajanja pri različnih cepilnih kotih. Iz obeh tabel lahko razberemo, da je vpliv podajanja pri vseh ostalih pogojih rezanja zelo močan in vedno zanesljiv. Tudi koeficient korelacije je izredno velik, kar potrjuje močno zanesljivost rezultatov.

Tabela 1. Podatki za med za avtomate

s [mm/vrt]	v [m/min]	γ [°]	$\bar{R}_{a\ min}$ [μm]	$\bar{R}_a$ [μm]	Koeficient korelacije r	Vpliv za $F_{0,05}$	Odrezek
0,028	100	5	0,19	0,28	0,920	zelo močan	zelo ugoden
		10	0,31	0,34	0,950	zelo močan	zelo ugoden
		15	0,24	0,29	0,780	močan	zelo ugoden
		20	0,21	0,31	0,695	zanesljiv	ugoden
	200	5	0,18	0,37	0,645	zanesljiv	zelo ugoden
		10	0,34	0,40	0,840	močan	zelo ugoden
		15	0,28	0,31	0,855	močan	zelo ugoden
		20	0,30	0,39	0,671	zanesljiv	zelo ugoden
	400	5	0,24	0,47	0,637	zanesljiv	zelo ugoden
		10	0,41	0,49	0,642	zanesljiv	ugoden
		15	0,43	0,54	0,780	zanesljiv	sprejemljiv
		20	0,39	0,47	0,648	zanesljiv	ugoden
	800	5	0,52	0,59	0,820	močan	zelo ugoden
		10	0,54	0,59	0,920	močan	zelo ugoden
		15	0,52	0,58	0,910	močan	zelo ugoden
		20	0,53	0,60	0,749	zanesljiv	ugoden

Tabela 2. Podatki za aluminijevo zlitino za avtomate

s [mm/vrt]	v [m/min]	γ [°]	$\bar{R}_{a\ min}$ [μm]	$\bar{R}_a$ [μm]	Koeficient korelacije r	Vpliv za $F_{0,05}$	Odrezek
0,028	100	5	0,26	0,34	0,893	zelo močan	zelo ugoden
		10	0,28	0,32	0,978	zelo močan	zelo ugoden
		15	0,24	0,31	0,908	zelo močan	zelo ugoden
		20	0,28	0,34	0,941	zelo močan	zelo ugoden
	200	5	0,34	0,40	0,870	zelo močan	zelo ugoden
		10	0,31	0,36	0,932	zelo močan	zelo ugoden
		15	0,30	0,35	0,964	zelo močan	zelo ugoden
		20	0,35	0,43	0,863	zelo močan	ugoden
	400	5	0,37	0,40	0,957	zelo močan	ugoden
		10	0,37	0,40	0,964	zelo močan	ugoden
		15	0,32	0,39	0,961	zelo močan	ugoden
		20	0,44	0,50	0,971	zelo močan	sprejemljiv
	800	5	0,40	0,45	0,975	zelo močan	sprejemljiv
		10	0,38	0,43	0,965	zelo močan	sprejemljiv
		15	0,37	0,44	0,935	zelo močan	ugoden
		20	0,52	0,57	0,934	zelo močan	sprejemljiv



Sl. 9. Kriterij za ocenjevanje odrezka

5. Sklepi

Po uvodnih preskusih, analizi rezultatov glavnih preskusov, ki jih kažejo diagrami srednjih vrednosti in diagrami regresijskih premic, rezultatih analize variance in korelacijskih koeficientov ter obliki odrezkov se lahko odločimo za določene splošne sklepe.

a) Pri obdelavi aluminijeve zlitine kakor tudi pri obdelavi medu za avtomate se pojavlja na konici rezalnega orodja nalepek. Nalepek nastaja samo pri majhnih hitrostih rezanja, torej v območju pod 100 m/min. Da se izognemo nalepku, ki zelo kvarno vpliva na kvaliteto površine, moramo uporabljati hitrosti rezanja nad 100 m/min.

b) Natančno nastavljanje stružnega noža glede na srednjico obdelovanca ima prav tako določen vpliv tako na kvaliteto površine kakor tudi na obliko odrezkov. Ta trditev velja še posebej za obdelovance z majhnimi premeri.

c) Če ocenjujemo obdelovalnost obeh preskušanih zlitin za avtomate, lahko ugotovimo, da sta obe odvisni predvsem od sestave. Iz rezultatov regresijskih premic pa vidimo, da dobimo boljše kvalitete površine pri aluminijevi zlitini, kar velja še posebej pri večjih hitrostih rezanja. Hkrati pa dobimo pri medu za avtomate boljše obliko odrezkov predvsem pri večjih hitrostih rezanja.

d) Vpliv podajanja je na kvaliteto površine najbolj močan. To potrjujejo analize rezultatov pri obeh zlitinah. Rezultati, ki so bili doseženi pri podajanjih 0,028 in 0,05 mm/vrt, so zelo ugodni in dosegajo kvaliteto površine kvalitetsnega razreda IT 6 (posamezni rezultati celo kvaliteten razred IT 5).

e) Vpliv hitrosti rezanja je na kvaliteto površine sicer manj izrazit, vendar ima nanjo še vedno upoštevanja vreden vpliv. Znatno večji vpliv pa ima hitrost rezanja pri aluminijevi zlitini na obliko odrezkov. Ta vpliv lahko dosega tolikšno stopnjo, da so lahko oblike odrezkov pri večjih hitrostih rezanja npr. 800 m/min in več za praktično uporabo pri delu na avtomatih nesprejemljive.

f) Vpliv cepilnega kota je na kvaliteto površine najmanjši, vendar za določene pogoje rezanja dokaj različen. Znatno slabše rezultate dobimo, kadar obdelujemo med npr. s cepilnim kotom 20°. Tudi na obliko odrezkov ima pri medu dokaj izrazit vpliv cepilni kot. Večji cepilni kot povzroča namreč neugodnejše oblike odrezkov.

g) Na kvaliteto površine obdelovanca kakor tudi na obliko odrezkov vpliva tudi kvaliteta površine orodja, ki prihaja v dotik z obdelovancem. To sta predvsem cepilna in prosta ploskev. Da dobimo čim boljše rezultate, morata biti prosta in cepilna ploskev čim gladkejši.

h) Tudi radij zaokrožitve noža ima precejšen vpliv na kvaliteto površine. Posebno močno vpliva na kvaliteto površine iztek radija zaokrožitve na rezalnem robu. Ze najmanjša stopnička pri izteku povzroča znatno nazadovanje kvalitete površine.

LITERATURA

- [1] Grupa avtorjev: Optimizacija obdelovalnih sistemov. Seminar 1. Zavod za tehnično izobraževanje, Ljubljana, 1969.
- [2] Grupa avtorjev: Klasifikacijski in kodirni sistemi in njih uporaba pri organizaciji proizvodnih sistemov. Seminar 2. Zavod za tehnično izobraževanje, Ljubljana, 1971.
- [3] B. Hirsch: Bestimmung optimaler Schnittbedingungen bei der maschinellen Programmierung von NC-Drehmaschinen mit EXAPT 2, Industrie-Anzeiger 90, 1968, Nr. 24.
- [4] P. Leskovic: Materiali in orodja pri avtomatiziranih obdelovalnih procesih. Strojniški vestnik, Ljubljana 1971-1.
- [5] M. Lindquist: Der Einfluss von Silizium und Aluminium auf die Lebensdauer von Schneidwerkzeugen. Aluminium, Düsseldorf 1953, Heft 9.
- [6] P. Leskovic: Nekaj značilnosti pri preiskavah odrezovalnosti aluminijevih zlitin z orodji iz hitroreznega jekla. Strojniški vestnik, Ljubljana, 1969-4/5.
- [7] I. R. H. Seidel: Experimentelle Untersuchung über Zerspanbarkeit und Eigenspannungen von Automatenmessing, Microtechnie 1963, Heft 3, 4, 5.
- [8] G. Schlesinger: Messung der Oberflächengüte. Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1951.

Avtorjev naslov:

mag. ing. Polde Leskovic,
docent na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani