

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Vasić S, Milikić D, Kovač P.*

ISPITIVANJE UTICAJA RADIJALNOG BACANJA REZNIH
ELEMENTA NA POSTOJANOST GLAVA ZA GLODANJE

Rezime

Kod glava za glodanje razlikujemo aksijalno bacanje reznih elemenata (u pravcu ose alata) i radijalno bacanje (u pravcu normalnom na osu alata). U radu su prikazani rezultati ispitivanja uticaja radijalnog bacanja na postojanost glava za glodanje. Pri usvojenim konstantnim režimima rezanja praćen je razvoj širine pojasa habanja na ledjnoj površini reznih elemenata do zatupljenja. Ustanovljeno je da radijalno bacanje utiče na presek strugotine a prema tome i na postojanost.

AN INVESTIGATION OF INFLUENCE OF RADIAL THROW OF THE
CUTTING ELEMENTS ON THE TOOL LIFE OF FACE MILLING CUTTERS

Summary

The cutting edges of face milling cutters have axial throw (in direction of the tool axis) and radial throw (in a perpendicular direction to the axis of the tool). In the work, the results of research of influence of the radial throw on the tool life of face milling cutters are shown. The cutting conditions are kept constant throughout the experiment and developing of wear on the back flank of the tooth is examined. The experiment has proved that the chip load, as well as the tool life are influenced by the radial throw.

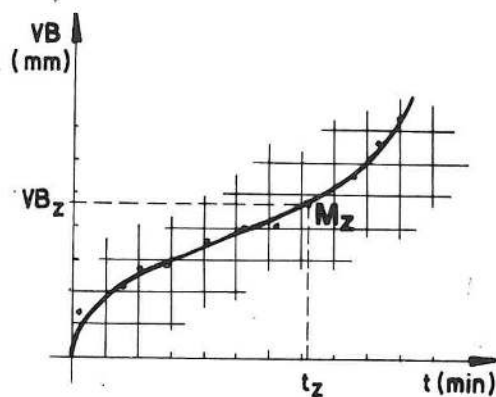
1. U V O D

U toku procesa obrade rezanjem, usled relativnog kretanja izmedju alata i obradka, dolazi do kontakta izmedju strugotine i grudne površine alata i ledjne površine alata i obradjene površine obradka. Trenje koje se pri ovome javlja na kontaktnim površinama reznog klina alata je trenje klizanja, pri čemu se javljaju tribološki procesi.

*Vasić Siniša, dipl.ing., asistent, Milikić dr Dragoje, dipl.ing., vanr.prof., Kovač dr Pavel, dipl.ing., asistent, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad, Vladimira Perića-Valtera 2.

Proces habanja alata (intenzitet i brzina habanja) se manifestuje nastankom zona habanja na reznom klinu, odnosno pojasa habanja, kratera, skraćenja vrha noža i slično. Veličine kojima se karakteriše proces habanja direktno utiču na ostale karakteristike stanja procesa obrade, a isto tako, što je od posebnog praktičnog značaja i na izlazne tehnoekonomske karakteristike procesa obrade.

Kriterijum zatupljenja alata se usvaja u zavisnosti od režima rezanja. Pri manjim brzinama rezanja prati se razvoj širine pojasa habanja na ledjnoj površini (što je primenjeno u ovom radu), a pri većim brzinama rezanja merodavno je habanje na grudnoj površini reznog elementa. Obično se habanje prati u zavisnosti od vremena rezanja jer sa vremenom rastu vrednosti parametara habanja po određenoj zakonitosti koja se iskazuje vremenskom funkcijom habanja ili krivom habanja $VB=f(t)$ (slika 1.).



Slika 1. Opšti oblik krive habanja /2/

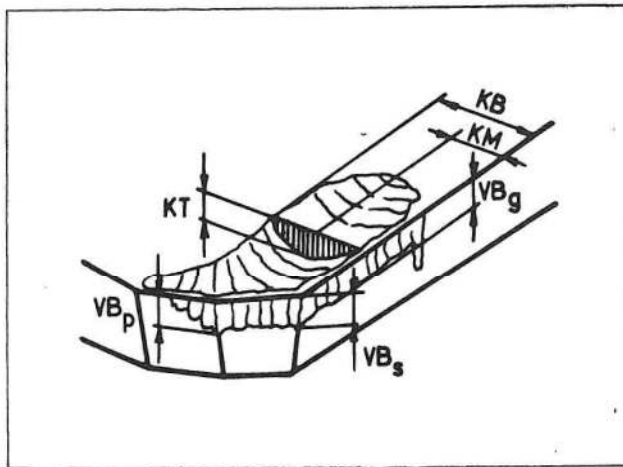
Kriva habanja predstavlja za date uslove i režime rezanja vremensku funkciju habanja alata iz koje se određuje postojanost alata $T=t_z$ saglasno primenjenom kriterijumu zatupljenja alata (tačka M_z). Do postojanosti alata se dolazi dakle, praćenjem procesa habanja preko jednog od mogućih parametara, formiranjem odgovarajuće krive habanja i izborom kritične pohabanosti reznog elementa alata (kriterijum zatupljenja).

2. HABANJE REZNIH ELEMENATA ALATA PRI GLODANJU

Obrada glodanjem se izvodi višesečnim alatima kod kojih su rezni elementi raspoređeni po obimu ili po čeonj površini tela glodala. Geometrija alata, proces formiranja strugotine, debljina strugotine i oblik habanja reznih elemenata razlikuju se kod ove dve vrste glodala.

Proces čeonog glodanja se, kao proces rezanja višesečnim alatima, periodično ponavlja, tako da su rezni elementi izloženi udarnim opterećenjima. Pored toga, obzirom da se zubi glodala zagrevaju dok su u zahvatu sa obradivanim materijalom, a hlade kada izadju iz zahvata, što se u toku obrade periodično ponavlja, podvrgnuti su dodatnom toplotom opterećenju što smanjuje otpornost zuba na habanje.

Čeona glodala, kod kojih su danas rezni elementi izradjeni od tvdog metala, habaju se na isti način kao i rezni elementi strugarskih noževa. Debljina strugotine pri čeonom glodanju je znatno veća od debljine strugotine pri obimskom glodanju, tako da se tribološki procesi javljaju i na grudnoj i na ledjnoj površini reznog klina (slika 2.).



Slika 2. Parametri habanja reznih elemenata
čeonih glodala /8/

Na ledjnoj površini se prati širina pojasa habanja faze-
ta (VB_g i VB_s) i pomoćne ledjne površine (VB_p), dok se na gru-
dnoj površini prati, pored već pomenutih parametara (KM i KT)
i širina kratera.

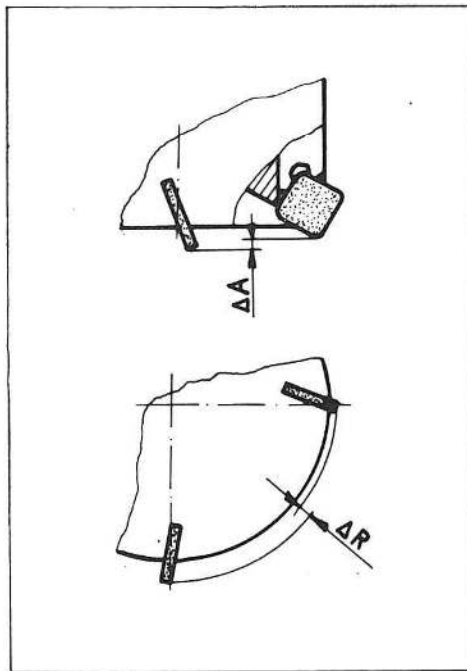
3. ISPITIVANJE HABANJA REZNIH ELEMENATA GLAVE ZA GLODANJE PRI RADIJALNOM BACANJU NJENIH SEČIVA

Kod glava za glodanje razlikujemo (slika 3.):

- aksijano bacanje ΔA (u pravcu ose alata)
- radijalno bacanje ΔR (u pravcu normalnom na osu alata)

Oba bacanja imaju različit uticaj na proces rezanja. Aksijalno bacanje direktno utiče na kvalitet obradjene površine, a ne utiče na postojanost alata. Radijalno bacanje uzrokuje variranje debljine strugotine. Kako su odstojanja pojedinih sečiva zuba od ose rotacije različita, to su i trajektorije svih sečiva različita.

Usled toga se javljaju razlike u presecima strugotine, a samim tim i razlike u otporima i temperaturi rezanja. Znači, zub koji "viri" izvan neke srednje vrednosti bacanja ustvari radi sa većom debljinom strugotine, što rezultira u povećanom habanju tog zuba.



Slika 3. Aksijalno i radijalno bacanje glave za glodanje /6/

Pri rezanju naročito sa manjim presecima strugotine, zubi koji imaju najkraće rastojanje od ose rotacije su najmanje opterećeni dok zubi sa najvećim rastojanjem od ose rotacije skidaju veće preseke od onih koji se očekuju pri zauzetim elementima režima na mašini (slika 5.). Tako neravnomerno

opterećenje pojedinih zuba povlači za sobom i neravnomerno habanje istih. Pri ovako neravnomernom habanju sečiva zuba kriterijum zatupljenosti glodala se odnosi na najopterećeni zub, dok su ostala sečiva manje pohabana.

Ovoj činjenici se u proizvodnji poklanja veoma malo pažnje. Alati se iz magacina alata preuzimaju bez prethodnog podešavanja i kontrolisanja i takvi postavljaju na mašinu, što ima za posledicu češće zaustavljenje mašine radi zamene pohabanih sečiva ili kompletnog glodala (glave za glodanje sa lemljenim pločicama), što direktno utiče na smanjenje tehnoeekonomskih efekata proizvodnje.

4. USLOVI PRI EKSPERIMENTALNOM ISPITIVANJU

Eksperiment je izveden u proizvodnim uslovima (u OOUR "Metalac", RO "Pobeda" u Novom Sadu), pri obradi sivog liva SL 26, tvrdoće $HB=230 \text{ N/mm}^2$, na portalnoj glodalici FZ 800x1000x1200 "Fritz Heckert" (DDR), snage 17 KW.

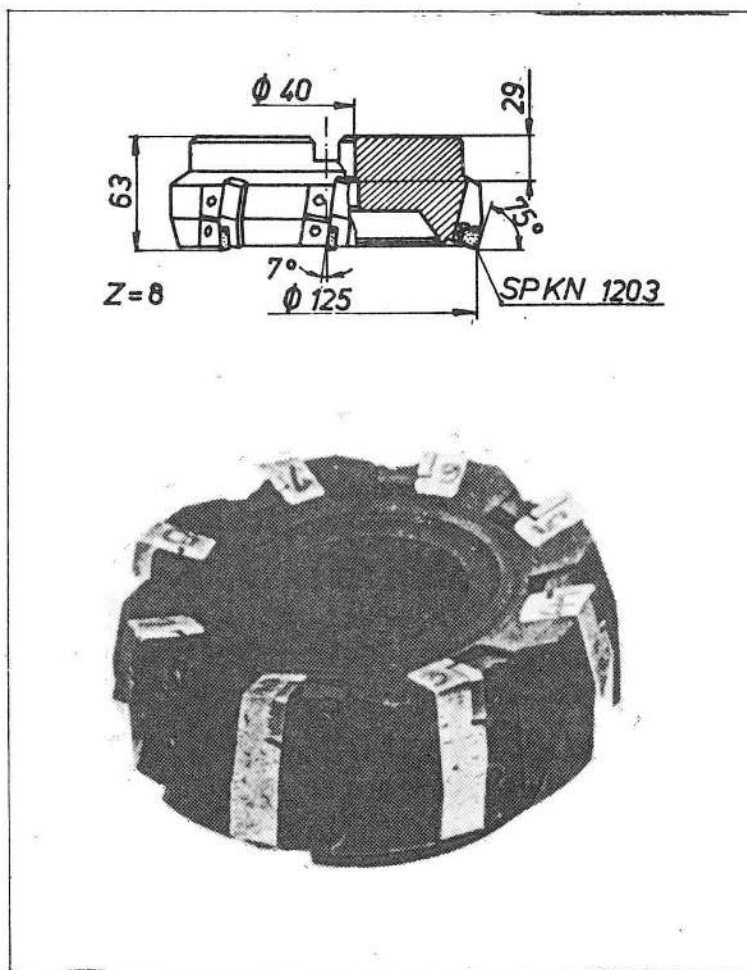
Ispitivana je glava za glodanje JAL G.751 prečnika 125 mm sa $z=8$ zuba, napadnog ugla $\kappa=75^\circ$, grudnog ugla $\gamma=7^\circ$, ledjnog ugla $\alpha=18^\circ$ (slika 4.). Rezni elementi su bile poligonalne okretne pločice od tvrdog metalnog karbida K10 (H10S) proizvodnje "Prvi partizan", oznake SPKN 1203 ED-R. Glava za glodanje je bila pričvršćena za držač alata JAL P120-50x40x63x27.

Glava za glodanje je najpre postavljena na posebno izrađeni trn i obrtni sto, te je konparatorom tačnosti 0,001 mm podešeno radijalno bacanje svih pločica na istu veličinu, koja je usvojena kao referentna vrednost. Rezne pločice su obeležene brojevima 1 do 8, a pomoću tablice slučajnih brojeva izabrano je radijalno bacanje svake pločice u odnosu na referentnu veličinu. Uticaj aksijalnog bacanja je isključen ($\Delta A=0$).

Režimi rezanja su održavani na konstantnom nivou i iznosili su:

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| - brzina rezanja | $V=70,68 \text{ m/min}$ |
| - pomak | $S_z=0,197 \text{ mm/zubu}$ |
| - dubina rezanja | $\delta=6 \text{ mm}$ |

U toku ispitivanja nije korišteno sredstvo za hladjenje i podmazivanje.



Slika 4. Glava za glodanje JAL G.751 korištena pri eksperimentalnim ispitivanjima

U cilju utvrđivanja veličine habanja u funkciji vremena rezanja, vršeno je praćenje širine pojasa habanja na ledjnoj površini svakog zuba do zatupljenja. Za kriterijum zatupljenja usvojena je veličina $VB=0,3$ mm. Veličina habanja je merena lupom uvećanja 10 X bez skidanja pločica sa alata.

5. REZULTATI MERENJA

Rezultati eksperimentalnih ispitivanja dati su u tabeli 1.

Slika 5.. ilustruje uticaj radijalnog bacanja svakog zuba na promenu preseka strugotine koju skida odgovarajući zub.

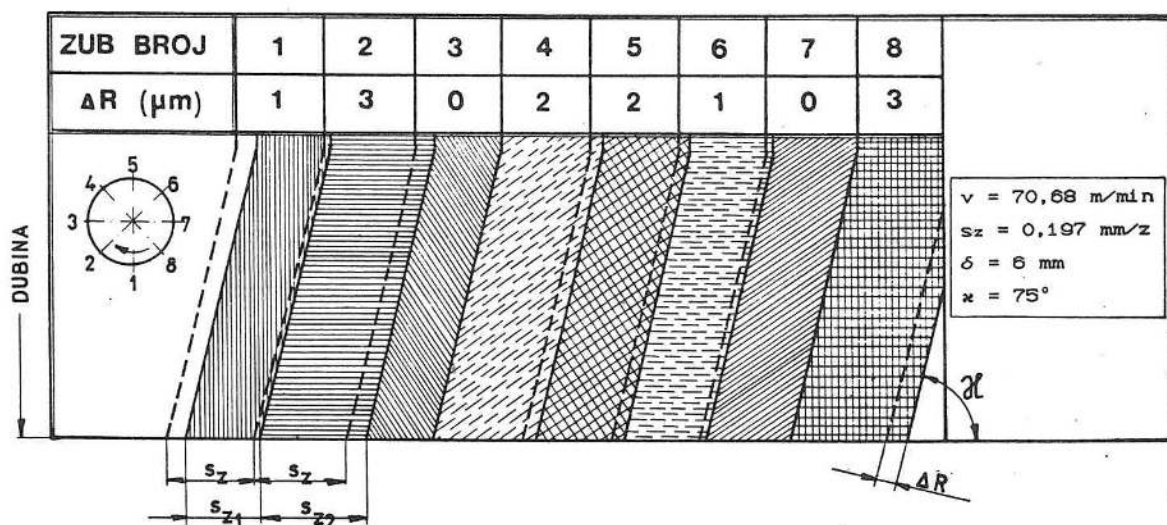
Na osnovu rezultata merenja habanja nacrtane su krive habanja, prikazane na slikama 6,7,8 i 9.

Tabela 1.

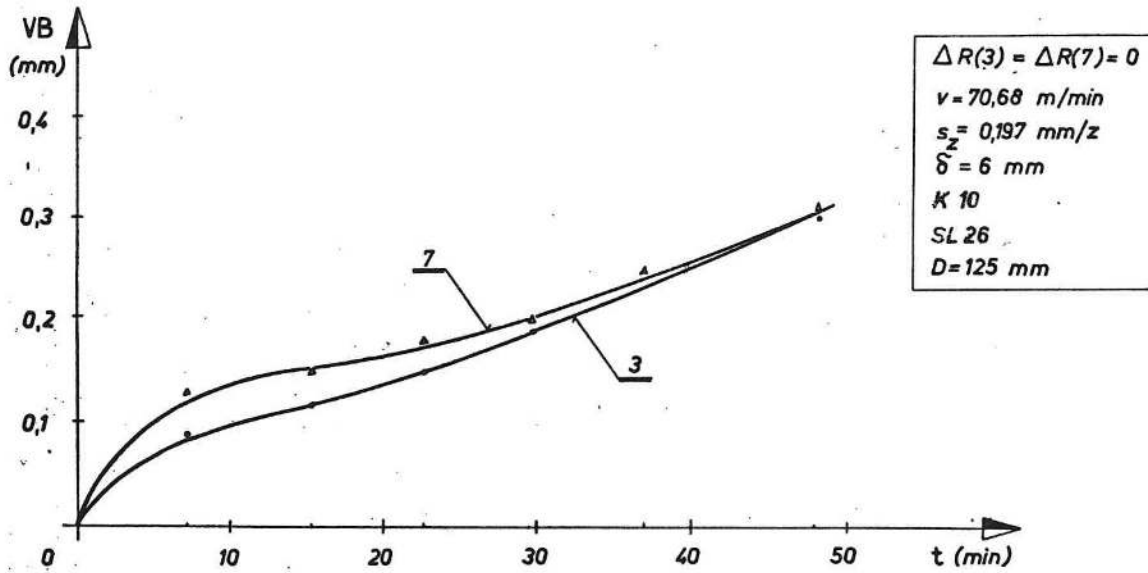
broj merenja	vreme rezanja (min)	BROJ PLOČICE							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		RADIJALNO BACANJE ΔR (mm)							
N ^o	T	+0,010	+0,030	0	+0,020	+0,020	+0,010	0	+0,030
1	7,23	0,15	0,10	0,09	0,14	0,11	0,06	0,13	0,17
2	15,28	0,20	0,13	0,12	0,20	0,18	0,11	0,15	0,21
3	22,42	0,21	0,15	0,15	0,20	0,22	0,15	0,18	0,25
4	29,60	0,23	0,18	0,19	0,22	0,28	0,17	0,20	0,28
5	36,82	0,25	0,23	0,25	0,26	0,30	0,20	0,25	0,30
6	48,00	0,30	0,29	0,30	0,31	0,35	0,24	0,31	0,38

ŠIRINA POJASA
HABANJA VB (mm)

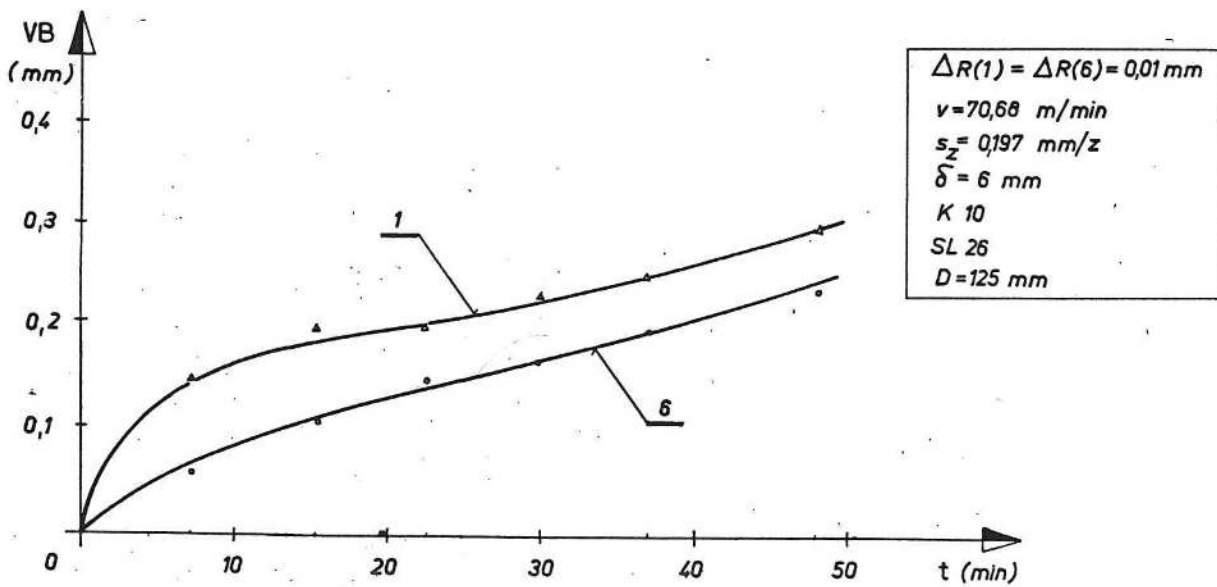
TABELA 1. Veličine habanja reznih pločica glave za glodanje u funkciji vremena obrade



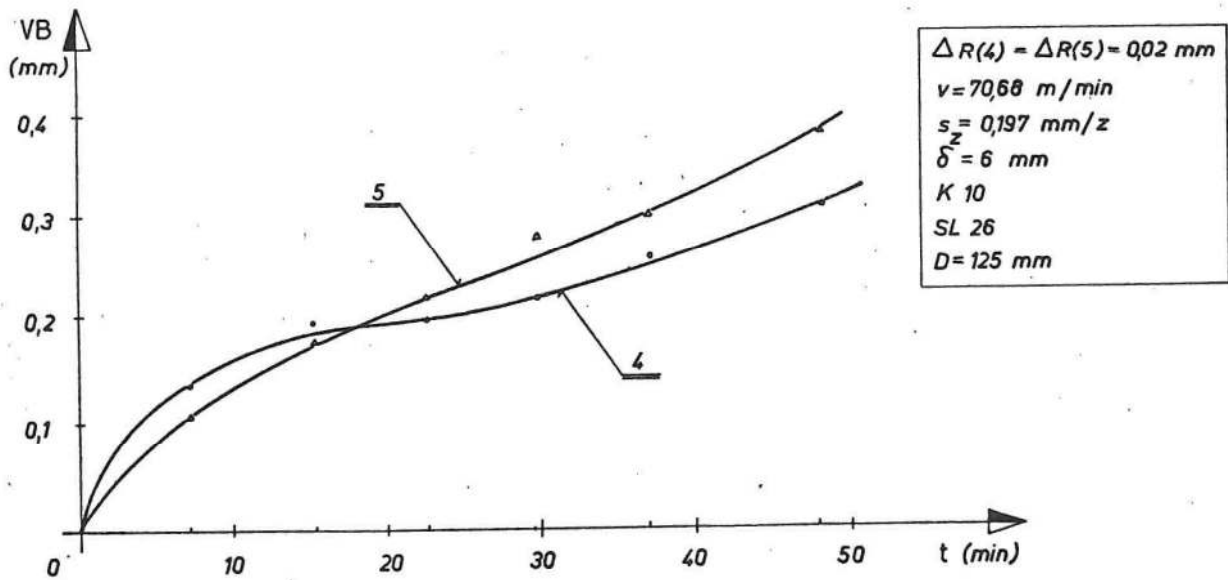
Slika 5. Uticaj radialnog bacanja na presek strugotine



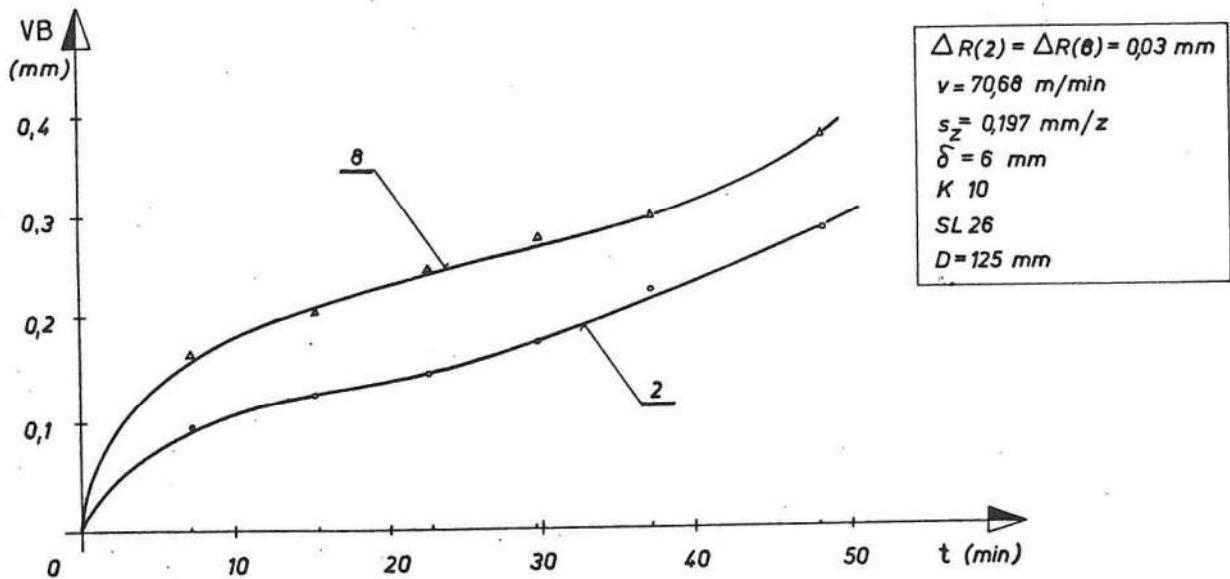
Slika 6. Krive habanja pločica sa radijalnim bacanjem $\Delta R=0$



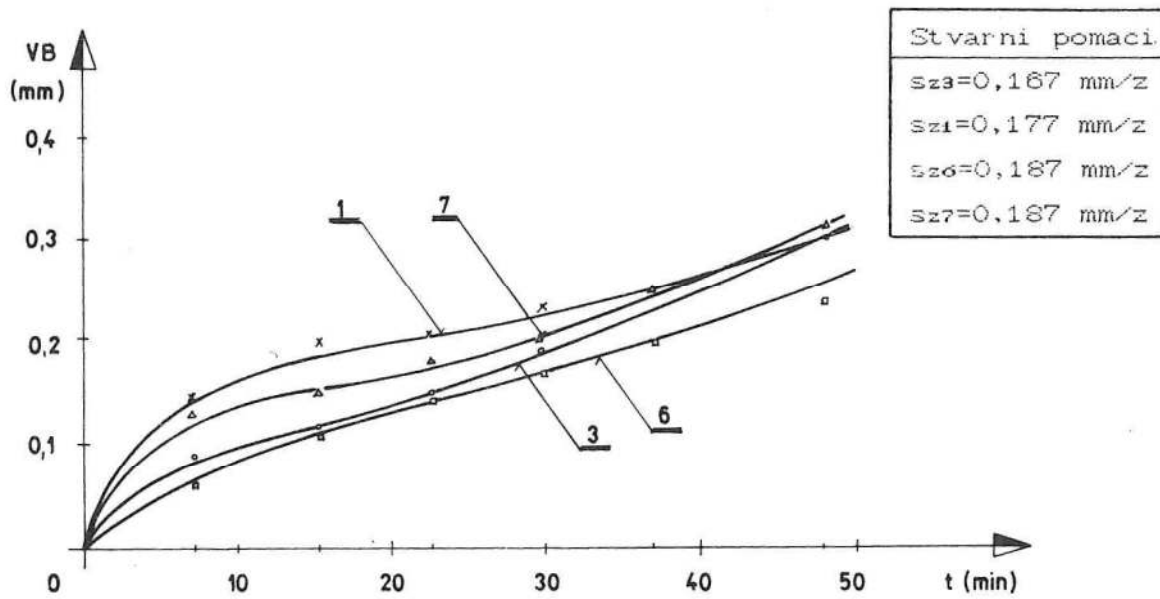
Slika 7: Krive habanja pločica sa radijalnim bacanjem $\Delta R=0,01 \text{ mm}$



Slika 8. Krive habanja pločica sa radialnim bacanjem $\Delta R = 0,02 \text{ mm}$



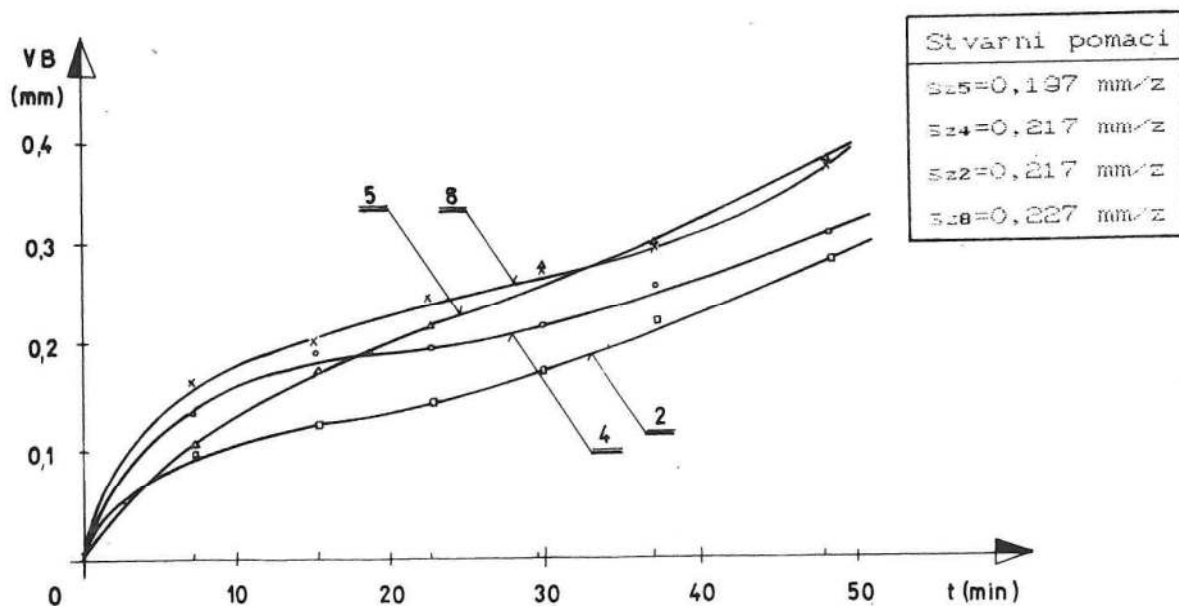
Slika 9. Krive habanja pločica sa radialnim bacanjem $\Delta R = 0,03 \text{ mm}$



Slika 10.

Na slici 10. su grupisane krive habanja zuba sa najvećom postojanošću i sa međusobnom razlikom stvarnih veličina pomaka od $\pm 0,01 \text{ mm/zubu}$.

Krive habanja zuba sa najvećim radijalnim bacanjima, odnosno sa najvećim vrednostima stvarnih pomaka (međusobne razlike od $\pm 0,015 \text{ mm/zubu}$), date su na slici 11.



Slika 11.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu napred iznetog može se zaključiti sledeće:

- radijalno bacanje reznih elemenata glava za glodanje utiče na promenu preseka strugotine koju skidaju pojedini zubi
- na veličinu preseka strugotine koju skida svaki zub utiče, pored veličine sopstvenog radijalnog bacanja i veličina radijalnog bacanja prethodnog zuba
- činjenica da zubi koji imaju veće vrednosti radijalnog bacanja, odnosno koji skidaju veće preseke strugotine, imaju veći intenzitet habanja, ovde nije u potpunosti dokazana, i ako je potvrđuju radovi /6,7,8,9,10/. Izvesna odstupanja se mogu objasniti sledećim:
 - * Eksperiment je izveden u uslovima redovnog procesa proizvodnje, dakle u otežanim okolnostima u odnosu na laboratorijske uslove. Iz tog razloga nije ni sproveden do kraja, obzirom da nije bilo dovoljno radnih predmeta za obradu. Ovo se vidi i iz karaktera krivih habanja na prethodnim slikama, na kojima se mogu uočiti samo prve dve faze habanja;
 - * Merenje širine pojasa habanja reznih elemenata glave za glodanje vršeno je na samoj mašini pomoću lupe uveličanja 10X, što je nedovoljno precizno da bi se izbegli subjektivni uticaji;
 - * Prilikom stezanja pločica nije vodjeno računa o ravnomernoj veličini sile, odnosno momenta stezanja pojedinih pločica, što je moglo da utiče na promenu veličine radijalnog bacanja pojedinih pločica u toku obrade;
- da bi se eliminisali navedeni nedostaci, trebalo bi ponoviti eksperiment u laboratorijskim uslovima, ali u širem obimu, kako bi se dobili i kvantitativni podaci o veličini habanja u zavisnosti od veličine radijalnog bacanja reznih elemenata glave za glodanje.

7. LITERATURA

- [1] Ivković B.: Tribologija rezanja-sredstva za hladenje i podmazivanje, Gradjevinska knjiga, Beograd, 1979.
- [2] Stanić J., Kalajdžić M., Kovačević R.: Merna tehnika u tehnologiji obrade metala rezanjem, Gradjevinska knjiga, Beograd, 1983.
- [3] Ivković B.: Alati u obradi metala glodanjem, Tehnička knjiga, Beograd, 1967.
- [4] Kovač P., Milikić D.: Postojanost pri čeonom glodanju sa jednim i više zuba u zavisnosti od elemenata režima rezanja, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, 14 (1983)
- [5] Vasić S.: Uticaj radialnog bacanja reznih elemenata glave za glodanje na postojanost, seminarski rad, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, 1985.
- [6] Ber A., Feldman D.: The influence of radial location on the wear behaviour of multi-tooth-face milling cutter, Annals of the CIRP, Vol 25 (I), 1977.
- [7] Mitrović R., Zahar S.: Ekscentričnost sečiva zuba glodala u odnosu na sopstvenu osu rotacije i njen uticaj na postojanost glodala, VII savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Novi Sad, 1971.
- [8] Kovač P.: Istraživanje podloga za upravljanje procesom čeonog glodanja, doktorska disertacija, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, 1987.
- [9] Kamm H.: Beitrag zur Optimierung des Messerkopffrasens, Dissertation, Universität Karlsruhe, 1977.
- †10| Kuljanić E.: An investigation of wear in single-tooth and multi-tooth milling, Int.J.Mach. Tool and Res., Vol.14, 1974.