

T. MARINKOVIĆ, D. TEMELJKOVSKI,
D. VUKIĆEVIĆ, LJ. JANKOVIĆ, P. POPOVIĆ

Uticaj sila trenja na kontaktnim površinama obradak-alat na stepen neravnomernosti deformacije *

ISTRAŽIVANJA

1. UVOD

Poznat je problem neravnomernosti deformisanja materijala pri njegovom plastičnom preoblikovanju pod dejstvom klasičnih alata - alata izrađenih od čvrstog materijala, a čiji se intenzitet izražava stepenom neravnomernosti deformacije:

$$n_d = 1 - \frac{A_k}{A_o} \cdot (1 - \varepsilon) \quad (1)$$

gde su: A_o - kontaktna površina alata i cilindričnog obradka na početku sabijanja;
 A_k - kontaktna površina alata i obradka na završetku sabijanja i
 ε - relativni stepen deformacije.

Na osnovu iscrpne analize, date u radu [1], se ukazuje da vrednosti stepena neravnomernosti deformacije, dobijene korišćenjem izraza (1), odgovaraju samo određenim uslovima, pa mu je upotrebna vrednost od malog značaja, jer na neravnomernost deformisanja materijala obradka utiče veoma veliki broj faktora, koji u realnosti variraju, veoma često, u relativno širokim granicama. Zato se, u istom radu, ukazuje da istraživanja treba usmeriti u iznalaženju funkcije:

$$n_d = n(f_{ui}, f_{sj}) \quad (2)$$

gde su: f_{ui} - unutrašnji uticajni faktori od $i = 1 \div n$, u koje spadaju čvrstoća materijala obradka, tvrdoća, i dr. i

Tomislav Marinković, dipl.maš.inž., DD NISSAL - Niš,
Doc. dr Dragan Temeljovski, Mašinski fakultet u Nišu
Prof.dr Dušanka Vukićević, Mašinski fakultet u Nišu
Prof. Lj. Janković, Mašinski fakultet u Nišu
Prof. dr Predrag Popović, Mašinski fakultet u Nišu.

f_{sj} - spoljašnji uticajni faktori od $j = 1 \div m$, u koje spadaju brzina deformacija, temperatura, hrapavost radnih površina alata, itd.

Ovim bi se, dosadašnji način određivanja stepena neravnomernosti deformacije preko izraza (1), u kojem figurišu samo dimenzije predmeta obrade, a koji iziskuje veliki broj eksperimenata, zamenio zavisnostima tipa (2), koji bi značajno smanjili broj eksperimenata i obezbedivali pouzdanije rezultate.

U tom cilju se na Katedri za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta u Nišu poklanja posebna pažnja istraživanju ovog problema sa ciljem iznalaženja zavisnosti koje pouzdanije izražavaju stepen neravnomernosti deformacije, pa ovaj rad predstavlja deo tih istraživanja.

U njemu se daju rezultati istraživanja vezani za iznalaženje zavisnosti za aluminijum i njegove legure:

$$n_d = n(R_m, \varepsilon) \quad (3)$$

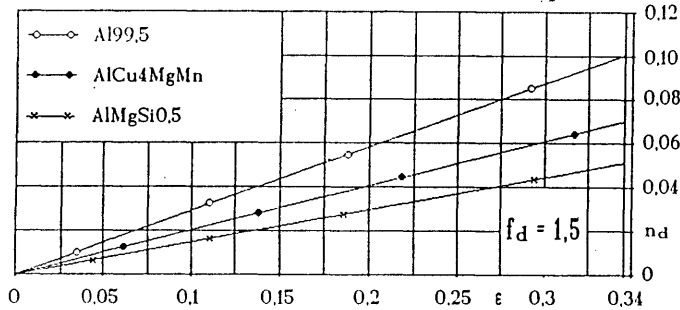
gde su: R_m - čvrstoća, uzeta kao meritorni pokazatelj mehaničkih svojstava materijala i
 ε - stepen deformacije obradka.

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

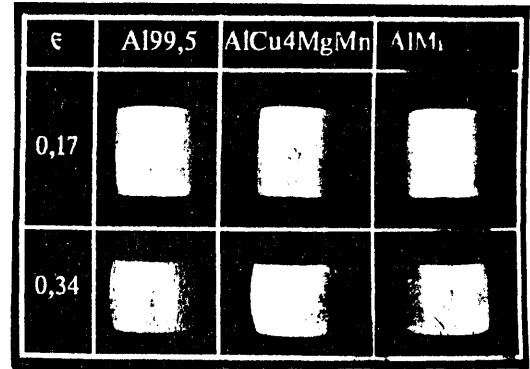
Dugogodišnja istraživanja autora ovog rada u domenu obrade Al i Al-legura plastičnim deformisanjem su ukazivala da između stepena neravnomernosti deformacije (n_d) i stepena deformacije (ε) postoji linearna zavisnost:

$$n_d = C \cdot \varepsilon \quad (4)$$

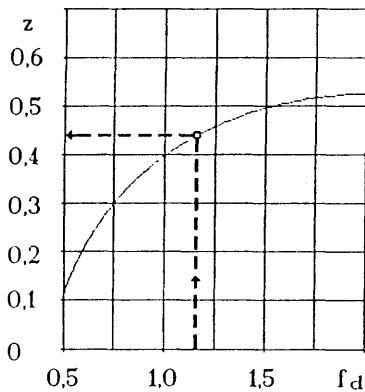
gde je: C - konstanta koja zavisi od vrste ovih materijala, odnosno čvrstoće (R_m) i odnosa dimenzija (f_d) cilindričnih uzoraka.



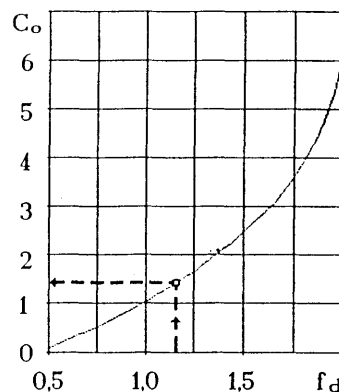
Sl. 1. Zavisnost stepena neravnomernosti deformacije od stepena deformacije
Dependence of the deformation nonuniformity degree on deformation degree
Зависимостъй неравномерности деформации отъ степенени деформации



Sl. 2. Snimak egzemplarnih uzoraka
Photo of the example samples
Экземплярные образцы



Slika 3. Zavisnost $z = z(f_d)$
Dependence $z = z(f_d)$
Зависимостъй $z = z(f_d)$



Sl. 4. Zavisnost $C_o = C(f_d)$
Dependence $C_o = C(f_d)$
Зависимостъй $C_o = C(f_d)$

Tablica 1.

f_d	z	C_o
0.5	0.1146	0.098
1.0	0.4071	1.050
1.5	0.4940	2.500
2.0	0.5250	6.330

Zamenom vrednosti iz izraza (6) u izraz (4) dobija se zavisnost za izracunavanje stepena neravnomernosti deformacije u obliku:

$$n_d = \frac{C_o}{R_m^z} \cdot \epsilon \quad (7)$$

Ilustracije radi, na slici 1. prikazane su ove zavisnosti dobijene sabijanjem uzoraka $\phi 20 \times 30$ mm od Al99,5; AlCu4MgMn i AlMgSi0,5, bez podmazivanja kontaktnih površina alat-uzorak, a na slici 2. data je fotografija egzemplarnih istih uzoraka sabijenih pri stepenima deformacije $\epsilon = 0.17$ i $\epsilon = 0.34$.

Eksperimentalna ispitivanja, sprovedena na uzorcima od različitih aluminijumskih legura i različitih dimenzija, odnosno različitih vrednosti parametra:

$$f_d = \frac{h_o}{d_o} \quad (5)$$

gde su: h_o - visina cilindričnog priprema i
 d_o - prečnik priprema,

rezultirala su u definisanju izraza za izracunavanje konstante C u obliku:

$$C = \frac{C_o}{R_m^z} \quad (6)$$

gde su: C_o - konstanta čija je vrednost data u tablici 1., odnosno dijagramu datom na slici 4. i
 z - eksponent čija je vrednost data u tablici 1., odnosno dijagramu datom na slici 3.

Cilindrični eksperimentalni uzorci su sabijani bez podmazivanja alatom (radnim pločama) izradenim od Č.4751 (utop M01), kvaliteta radnih površina N5.

Pri razmatranju problema koji se tretira u ovom radu, imalo su se u vidu dva ekstremna slučaja, i to:

Prvi slučaj da trenje na kontaktnim površinama alat-obradak ne postoji ($\mu_d = 0$), što znači da je stepen neravnomernosti deformacije:

$$n_d = 0 \quad (8)$$

Drugi slučaj da je trenje na kontaktnim površinama alat-obradak takvog intenziteta ($\mu_d = \mu_{ds}$), da ne dolazi do promene veličine kontaktne površine ($A_k = A_o = \text{const.}$), pa je:

$$n_d = \epsilon \quad (9)$$

Ovim je omeđeno područje u kome se realno dešava ometano širenje (klizanje) materijala po radnim površinama alata - područje u kome je:

$$0 < \mu_{dst} < \mu_{ds} \quad (10)$$

što izražava zavisnosti date na slici 1., odnosno izraz (07), koji ukazuju da se mehanička svojstva Al legura odra-

žavaju na intenzitet stvarnog koeficijenta trenja (m dst) na kontaktnim površinama alat-obradak.

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu svega iznetog mogu se izvući sledeći zaključci, i to:

1. Dobijeni izraz (7) za izračunavanje stepena neravnomernosti delormacije za aluminijum i njegove legure verodostojnije izražava neravnomernost deformisanja ovih materijala u tehnologijama plastičnosti od opšte poznatog načina korišćenjem izraza (1), jer je uspostavljena funkcionalna zavisnost između stepena neravnomernosti deformacije i mehaničkih svojstava materijala.
2. Izneta metodologija otvara mogućnosti da se i za ostale mašinske materijale uspostave relacije između stepena neravnomernosti deformacije i njihovih mehaničkih svojstava, što bi neophodno doprinelo pouzdanijem izražavanju ovog fenomena u tehnologijama plastičnog deformisanja materijala
3. Dobijeni rezultati mogu da posluže kao podloga da se preko analize naponsko-deformacionog stanja obradka i mehaničkih svojstava materijala koji se plastično deformišu dođe do zakonitosti intenziteta koeficijenta trenja, što će predstavljati neosporno značajan korak u sagledavanju i analizi fenomena vezanih za neravnomernost deformisanja materijala u tehnologijama plastičnosti.

LITERATURA

- [1] P. POPOVIĆ, L. BOGDANOV, V. STOILJKOVIĆ, Prilog razmatranju neravnomernosti deformacije pri oblikovanju predmeta obrade plastičnim deformisanjem, Časopis Tehnika (Mašinstvo), br.9, Beograd, 1974, st. 1519-1516.
- [2] P. POPOVIĆ, D. VUKIĆEVIĆ, D. TEMELJKOVSKI, Uticaj kvaliteta radne površine alata na neravnomernost deformisanja Zbornik radova 30 godina mašinstva - Niš, Niš, 1990, st. 133 - 137.
- [3] P. POPOVIĆ, D. VUKIĆEVIĆ, D. TEMELJKOVSKI, Neki rezultati istraživanja uticaja hrapavosti radne površine alata na stepen neravnomernosti deformacije cilindričnih elemenata pri slobodnom sabijanju. 7. Jugoslovenski simpozij o plastičnosti, Pula, 1991, st. 184 - 188.
- [4] P. POPOVIĆ, D. VUKIĆEVIĆ, D. TEMELJKOVSKI, Stepen neravnomernosti deformacije u funkci i kvaliteta radne površine alata i svojstava materijala obradka, Zbornik radova YUTRIB 91 Jugoslovenski simpozijum sa međunarodnim učešćem, str. 167-169, Kragujevac, 1991.
- [5] P. POPOVIĆ, D. VUKIĆEVIĆ, D. TEMELJKOVSKI.: The Effect of the Deformation Degree and the Tool Operating Surface Quality Upon the Non-Uniformity of Deforming. Journal for Technology of Plasticity, Vol. 17., Number 1-2., pp. 9-16., Novi Sad, 1992.

**Ovaj rad predstavlja sastavni deo projekta "Istraživanje inženjerskih metoda proračuna alata za istosmerno istiskivanje Al-legura", u čijem finansiranju učestvuju Republički fond za tehnološki razvoj Srbije i Preduzeće za preradu obojenih metala NISSAL iz Niša, a izložen je na Trećoj jugoslovenskoj konferenciji o tribologiji YUTRIB'93, Kragujevac, 24. - 25. juna 1993. godine.*

Effects of The Friction Force on The Contact Surfaces Work Piece-tool on Deformation non-uniformity Degree

It is known that the intensity of the friction coefficient in a frictional couple is one of many factors which is considerably affected by the kind of material of elements which are in the state of mutual gliding. Starting from this fact, this paper gives results of investigation whose aim was to register the effect of the kind of frictional couple on the intensity of the friction forces, and also their influence on degree of deformation non-uniformity.

Воздействие сил трения на поверхностях контакта заготовки с инструментом на неравномерность деформирования

Известно уже, что интенсивность процесса трения в трущихся парах вместе с другими факторами, в значительной мере определяют материалы трущихся деталей. Исходя из этого факта авторы провели исследования с целью определения влияния сорта материала трущейся пары на интенсивность силы трения и ее воздействие на неравномерность деформации. Полученные при исследованиях результаты изложены в работе.