

Pove anje efikasnosti CNC struga uz pomo fuzzy logi kog kontrolera (FLC-a)

PREDRAG R. MOŠORINSKI, Tehni ka škola Zrenjanin, Zrenjanin
 SLAVICA S. PRVULOVI , Univerzitet u Novom Sadu,

Tehni ki fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin DOI: 10.5937/tehnika1604571M

VLADIMIR J. BRTKA, Univerzitet u Novom Sadu,

Tehni ki fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin

Stru ni rad

UDC: 621.941-52

U radu se razmatra proces pove avanja efektivnosti CNC struga pri izvo enju odgovaraju ih eksperimenata. Eksperimenti se odnose na obradu mašinske plastike i programiranja fuzzy logi kog kontrolera (FLC-a) za tražene uslove obrade. Ulazni parametri u FLC su rezultat dobijenih prethodnih eksperimentalnih parametara postavljenih iskustveno i uz veliki subjektivni uticaj tehnologa. O ekvanti rezultati podešavanja FLC-a su zasnovani na potpunoj autonomnosti procesa i eliminisanja subjektivnih grešaka.

Ključne reči: obrada, mašinska plastika, podešavanje FLC-a

1. UVOD

Izvo enje eksperimenata u cilju dobijanja relevantnih proizvodnih faktora je mahom do sada izvo eno na metalima i dobijeni su egzaktни podaci prikazani kroz tabele, dijagrame i specijalizovane štampane literature, dostupne širom auditorijumu. Problem koji se uo ava u poslednjih nekoliko godina je veliki nedostatak relevantnih proizvodnih podataka vezanih za plasti ne materijale, a može se generalno re i, i nemetale. Termoplasti ne mase (u daljem tekstu mašinska plastika) se veoma esto obra uje u mnogim proizvodnim pogonima širom sveta a delovi od ovih materijala su gotovo postali nezamenljivi segment mnogih konstrukcija, ure aja i pojedina no eksploatisanih elemenata u celini. Primera ima bezbroj u praksi kao što su mobilni telefoni, automobilski delovi, mašina za mlevenje mesa i sl. Potreba da se mašinska plastika obradi u proizvodnim pogonima sa svim relevantnim faktorima i optimalnim režimima rezanja je velika.

Me utim, na našim prostorima, a i mnogo šire posmatrano, je uo eno da gotovo ne postoje adekvatni podaci o optimalnim režimima rezanja za pretpostavljene materijale i da se oni, mahom, uspostavljaju ad-hok, oslanjaju i se na iskustvo proizvodnog radnika. Ovakav pristup nije uopšte prihvatljiv za savremene proizvodne uslove i bitno uti e na pove anje troškova

proizvodnje i „garantovanje“ proizvoljnih rokova isporuke gotovih proizvoda.

Zbog svega uo enog u ovom radu se opisuje program izvo enja eksperimenata pri obradi mašinske plastike na strugu u cilju dobijanja optimalnih faktora režima rezanja.

Program je uspostavljen iz dve karakteristi ne celine a eksperimentalni rezultati se odnose na generisanje vrednosti glavnog otpora rezanja pri obradi na strugu (F_1) i temperature (t) u zoni rezanja pretpostavljenog tribološkog sistema. Kako bi se dobile što ta nije dimenzije popre nog preseka strugotine koriš ena je numerički upravljana mašina alatka ta nosti 0,01 mm.

Prvi deo eksperimenata je uspostavljen na osnovu prepoznatljivog na ina široko zastupljenog u mašinskoj praksi tj. odre ivanju relevantnih ulaznih vrednosti postavljenih iskustveno. Drugi deo se odnosi na uspostavljanje fuzzy logi kog kontrolera u cilju potpunog eliminisanja subjektivnog uticaja na faktore režima rezanja. Tehnološki faktori režima rezanja su odre eni na osnovu tehni kih mogu nosti same mašine.

Primarni cilj izvo enja eksperimenata je dobijanje vrednosti glavnog otpora rezanja variranjem faktora režima rezanja koji neposredno uti u na veličinu F_1 , kao što su dubina rezanja a (mm), korak s (mm/o) i brzina rezanja v (m/min) tj broj obrtaja n (min^{-1}). Kako bi dobijeni rezultati bili validni, pretpostavljen je i drugi na in dobijanja podataka glavnog otpora rezanja preko elektri nih parametara i uporedili sa prethodno

Adresa autora: Predrag Mošorinski, Tehni ka škola Zrenjanin, Zrenjanin, Stevice Jovanovi a 50

Rad primljen: 19.05.2016.

Rad prihva en: 23.06.2016.

dobijenim. Na taj način se optimizira i primenjena operacija uz mogućnost skaliranja pojedinih električnih veličina. Sve navedeno predstavlja mali segment unapređenja proizvodnih tokova a sve u cilju povećanja efikasnosti istih. Eksperiment je proširiv na druge tehnologije obrade rezanjem, kao što su bušenje i glodanje, a moguće ga je primeniti i u neposrednim proizvodnim uslovima, unapređenju i proizvodne tokove uvođenjem fazi (fuzzy) logike kontrolera i ostalih sistema iz domena veštačke inteligencije.

2. SILE OTPORA PRI REZANJU

Za određivanje sile otpora rezanju pri obradi mašinske plastike procesom obrade struganjem, u ovom radu, biće korišćena analogija sa obradom metala istim procesom. Ako prihvatimo opšti slučaj kosog rezanja, prema autorima [1, 2], onda se rezultujuća sila otpora rezanja razlaže na tri međusobno upravne komponente:

F1 – glavni otpor rezanja

F2 – sila otpora prodiranja

F3 – sila otpora pomoćnog kretanja

Od svih ovih komponenti najbitnija je glavna sila otpora rezanju F_1 , a druge dve sile se izražavaju u funkciji od nje ($F_1 : F_2 : F_3 = 5 : 2 : 1$) [3]. Zato se posebna pažnja posvećuje metodama merenja i izražavanja sile F_1 . U literaturi postoje više metoda za eksperimentalna merenja glavnog otpora rezanja kao i više analitičkih izraza za izražavanje njene vrednosti. U ovom radu svi izmereni parametri iz eksperimenta se obrađuju na računaru a za izražavanje ove sile koristiće se analitički prošireni izraz koji, prema spomenutim autorima, ima oblik:

$$F_1 = C_{k_1} \times a^{x_1} \times s^{y_1} [N] \quad (1)$$

gde su:

a [mm] – dubina rezanja

s [mm/o] – korak

C_{k_1} , x_1 , y_1 – konstanta i eksponenti uticaja materijala predmeta obrade, geometrije alata i uslova obrade.

Utvrdjivanje vrednosti ovih konstanti pri obradi mašinske plastike, u ovom slučaju PTFE (politetrafluoretilen) je određeno prema [4, 5].

3. POSTAVLJANJE EKSPERIMENTALNOG SISTEMA

3.1 Mašina na kojoj je izveden eksperiment

Za eksperiment izvršen u ovom radu korišćena je numerički upravljana mašina alatka – strug EMCO F5 CNC koji ima sledeće tehničke karakteristike:

- Snaga pogonskog elektromotora-440W
- Hod alata po x osi-150 mm

- Hod alata po z osi - 300 mm
- Tačnost mašine - 0,01 mm
- Opseg brzine pomoćnog kretanja – 50...400 mm/min
- Opseg brojeva obrtaja – 50...3000 min⁻¹
- Interfejs priključak- RS 232

3.2 Obradak

Obradak je od mašinske plastike PTFE, a njegove dimenzije su 40 x 300 mm. Nosa obradka je stezna glava i šiljak u konji u pa je njegovo kretanje obrtno.

3.3 Merila

Broj obrtaja (n) obratka meri obrtomer koje ima potencijometar za raspon vrednosti od 16 do 100 % na mernoj skali. Minimalna vrednost na mernoj skali je $n_{min}=16\%$. Na displeju kontrolne table CNC stuga EMCO F5 CNC može se očitati tražena vrednost broja obrtaja.

Broj obrtaja se kreće u granicama 50-3000 o/min dok je maksimalna vrednost $n_{max}=100\%$ pa je raspon $R = n_{max} - n_{min} = 84\%$. Ukupno ima 6 grupa broja obrtaja. Električnu struju elektromotora (I) meri ampermetar. Minimalna vrednost na mernoj skali je $I_{min}=0(A)$ dok je maksimalna vrednost $I_{max}=5(A)$ pa je raspon $R = I_{max} - I_{min} = 5(A)$. Ukupno ima 5 grubih (1A), 10 srednjih (0.5A) i 50 finih podeoka (0.1A). Osetljivost i tačnost su jednaki i iznose 0,1 A.

Na njegovom displeju se izmerena vrednost može očitati na delu kontrolne table spomenutog CNC struga. Brzinu pomoćnog kretanja (v_p) meri brzinomer koji na mernoj skali ima potencijometar za raspon vrednosti od 5 do 400 mm/min.

Minimalna vrednost na mernoj skali je $v_{smin}=5$ dok je maksimalna vrednost $v_{smax}=400$ mm/min pa je raspon $R = v_{smax} - v_{smin} = 395$ mm/min. Ukupan broj podeoka je 6, a osetljivost i tačnost kataloški nisu poznati već iskustveno. Na njegovom displeju se izmerena vrednost može očitati na delu kontrolne table CNC stuga.

3.4 Plan izvođenja eksperimenta

Subjektivno odabrane vrednosti režima rezanja date su u tabeli 1, gde su parametri a i s definisani u poglavlju 2, a parametar n [o/min] predstavlja broj obrtaja glavnog vretena mašine. Prema spomenutoj tabeli parametar w [o/s] je ugaona brzina i izvedena je na osnovu parametra n .

Parametar s (korak) je na strugu definisan u mm/o i izveden je na osnovu vrednosti brzine pomoćnog kretanja (v_p) definisane od strane proizvođača mašine u mm/min. Prema istoj tabeli biće realizovano 8 merenja u oznaci od 0 do 7 na osnovu kombinacija binarnih vrednosti usvojenih logičkih promenljivih (a , s , n).

Tabela 1. Plan izvođenja eksperimenta

		0-merenje	1-merenje	2-merenje	3-merenje	4-merenje	5-merenje	6-merenje	7-merenje
a	(mm)	1	1	1	1	2	2	2	2
v _p	(mm/min)	80	80	300	300	80	80	300	300
s=v _p /n	(mm/o)	0,133	0,067	0,500	0,250	0,133	0,067	0,500	0,250
n	(o/min)	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200
w= n/30	(o/s)	62,8	126	62,8	126	62,8	126	62,8	126

4. MATEMATIČKI MODEL ZA ODREĐIVANJE SILE GLAVNOG OTPORA REZANJA

Analitička zavisnost režima struganja mašinske plastike prikazana formulom (1) pog. 2. može se dalje logaritmovanjem leve i desne strane transformisati u jednakost:

$$\ln F_1 = \ln C_{k1} + x_1 \ln a + y_1 \ln s \quad (2)$$

Za jednu kombinaciju režima struganja može se napisati sistem linearnih algebarskih jednačina u sledećem obliku:

$$\begin{aligned} \ln F_{1\max} - \ln C_{k1} &= x_1 \ln a_{\max} + y_1 \ln s_{\max} \\ \ln F_{1\min} - \ln C_{k1} &= x_1 \ln a_{\min} + y_1 \ln s_{\min} \end{aligned} \quad (3)$$

Tabela 2. Rezultat rešavanja sistema jednačina (3)

	0-merenje	1-merenje	2-merenje	3-merenje	4-merenje	5-merenje	6-merenje	7-merenje
F _{1max}	347	158	1585	262	122	73	982	
F _{1min}	149	9	226	218	17	60	27	

U kojoj je električni napon poznat i iznosi U=220 V, kao i slobodna dužina strugarskog noža tj. zamišljena konzola L=0.02 m. Struja I izrađena je kao proizvod vrednosti korekcionog faktora k_{sr} i struje izmerene PLC-om po formuli I=k_{sr}·I_{PLC}. Detektovanje protoka struje je izvršeno pomoću kontaktnih klešta (slika 1) koja su povezana sa napojnim kablom mašine alatke ili, za ta merenja, povezana sa jednom od faza napojnog kabla.

Kako bi se ulazni impuls struje pojačao i detektovala jačina struje (I) na računaru, neposredno na ulazni port računara je povezan pojačivač i programibilni logički kontroler (PLC).

Korekcionni faktor k je dobijen kao vrednost očitane veličine jačine struje na ampermetru numerički upravljane mašine alatke i detektovane jačine struje preko PLC-a. Zbog pretpostavke promenljivosti električnih veličina tokom izvođenja eksperimenta (pad napona, preopterećenja i sl.) za određeni niz ponavljanja je izrađena veličina k_{sr} (srednja vrednost korekcionog faktora) sa kojim je izvršen proračun.

Prema sistemu algebarskih jednačina (3) može se napisati njihov matricni oblik a dobijene vrednosti date su u tabeli 2.

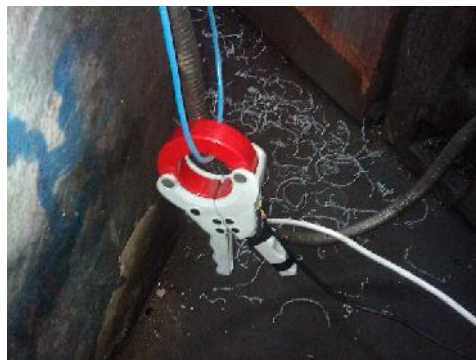
$$\begin{pmatrix} \ln F_{1\max} - \ln C_{k1} \\ \ln F_{1\min} - \ln C_{k1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \ln a_{\max} & \ln s_{\max} \\ \ln a_{\min} & \ln s_{\min} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

U ovom slučaju sedmo merenje je proglašeno nevažnim zbog tehničkih problema tokom obavljanja eksperimenta.

Vrednosti sile glavnog otpora rezanja na strugu F₁ (N) mogu se izračunati i po sledećoj formuli (merjenjem električnih komponenti) [6]:

$$F_1 = \frac{U \cdot I}{L \cdot \dot{s}} \quad (5)$$

Na ovaj način se potvrđuju dobijene vrednosti sile F₁ prema tabeli 2.



Slika 1 - Kontaktna klešta

5. FAZI (FUZZY) LOGIČKI KONTROLER (FLC)

5.1 Kriterijumi za izbor ulaznih parametara

Primarni ulazni parametri u fazi logički kontroler su parametri režima rezanja i to brzina pomnog kretanja-v_p (mm/min) i dubina rezanja a (mm), koji su određeni tehničkim karakteristikama mašine.

Na osnovu definisanih ulaznih parametara režima rezanja izabran je još jedan bitan parametar, temperatura obratka, kao rezultat ogleada srodnog eksperimenata izvedenog na strugu Potisje PA-22 [7].

Temperatura dobijena ovim ogledom je detektovana za vrh alata i izmerena je korišćenjem temperaturnog senzora provu enog kroz dršku alata sve do vrha oštrice rezne ivice alata. Merenje temperature obratka, drške reznog alata i strugotine je izvršeno bezkontaktnim infracrvenim termometrom Fluke 561 IC.

Dobijene tabelarne vrednosti su bile osnova za definisanje temperaturnih oblasti programiranja fazi logikog kontrolera u ovom radu (tabela 3.).

U tabeli 3 su za eksperimentalna merenja (0-7) prikazane temperature drške strugarskog noža i to: maksimalna t_{max} , minimalna t_{min} i srednja vrednost t_{sr} . Tem-

Tabela 3. Tabela temperaturnih oblasti za alat i obradak

			0	1	2	3	4	5	6	7
t_{sr}	$^{\circ}C$		23,5	32,5	24,5	28	24	27,5	22	34,5
t_{max}	$^{\circ}C$		25	37	25	30	25	30	23	39
t_{min}	$^{\circ}C$		22	28	24	26	23	25	21	30
n_{max}	1325	<i>o/min</i>			1325	1325			1325	1325
n_{min}	910	<i>o/min</i>	910	910			910	910		
s_{max}	0,089	<i>mm/o</i>			0,089	0,089	0,089	0,089		
s_{min}	0.05	<i>mm/o</i>	0.05	0.05					0.05	0.05
a_{max}	2	<i>mm</i>		4		4		4		4
a_{min}	1	<i>mm</i>	2		2		2		2	
t_o	$^{\circ}C$		23.8	52	22.2	36	25	28	24.8	48
t_n	$^{\circ}C$		22.8	26	24.8	23.3	22.2	25.8	21.8	26.4

5.2 Izvedeni oblik fuzzy logi kog kontrolera

U procesu obrade struganjem, jedan od većih problema je zagrevanje elemenata koji u estvuju u procesu obrade. Zagrevanje je najintenzivnije u zoni rezanja tj. u zoni odvajanja strugotine od osnovnog materijala. Ako se proces obrade metala obavlja alatom od brzoreznog elika, tada je dozvoljena maksimalna temperatura od približno 600 $^{\circ}C$, obzirom da nakon dostignute temperature alat bitno gubi mehaničke osobine.

Pri istom procesu obrade mašinske plastike problem se odnosi na obradivani materijal. Poznato je da se termoplasti ni materijali u osnovnoj obradi obrađuju procesom livenja pod pritiskom a nakon toga mehaničkom obradom do konačnog upotrebljivog oblika (zupnici, lančnici i sl. mašinski elementi). Temperature livenja su različite i zavise, prvenstveno, od hemijske strukture materijala. Tako imamo temperaturnu oblast livenja od 220 $^{\circ}C$, pa sve do 440 $^{\circ}C$ [8, 9]. Problem nastaje pri mehaničkoj obradi ukoliko dođe do razvoja temperatura koje prelaze 100 $^{\circ}C$. Na

temperaturama pojedini termoplasti ni materijali bitno gube mehaničke osobine i javlja se ozbiljan problem. Plastika se tada intenzivnije lepi za vrh alata i u potpunosti menja reznog geometriju, što bitno utiče na kvalitet, tačnost i uopšte, dobijanje traženog geometrijskog oblika radnog predmeta. Ako se postavlja pitanje, da li je uopšte moguće izvršiti obradu rezanjem mašinske plastike na povišenoj temperaturi.

U tabeli su predstavljene i druge dve relevantne temperature od kojih su t_o – temperatura obratka i t_n – temperatura reznog vrha alata. Temperatura strugotine, temperatura drške noža i temperaturni gubitak u okolini radnog prostora tribološkog sistema nije relevantan za podešavanje kontrolera. Temperatura reznog vrha alata je takođe neprihvatljiv ulazni podatak, obzirom da se oblasti kritičnih temperatura rezne ivice na kojim alat bitno gubi mehaničke osobine nalaze na daleko višim vrednostima od razvijenih u posmatranom eksperimentu.

Temperatura obratka je jedan od tri prihvatljiva ulazna parametara za podešavanje kontrolera na osnovu prethodno definisanih razloga u ovom radu.

Najveći uticaj na razvoj viših temperatura u zoni rezanja imaju parametri režima rezanja (broj obrtaja, korak i dubina rezanja) ali i radijus vrha alata, pojava vibracija, stvaranje naslaga na reznom sečivju i sl. Prema teoriji obrade rezanjem sa povećanjem broja obrtaja dobija se bolji kvalitet obradene površine. Upravo na ovom principu su razvijene CNC mašine, kako bi dobili veći kvalitet proizvoda za što kraće vreme izrade.

Izvedeni oblik fazi logikog kontrolera u ovom radu ima ulogu da reguliše broj obrtaja glavnog vretena CNC mašine, kako bi se temperatura obratka održavala do granice ispod 100 $^{\circ}C$ bez upotrebe sredstava za

hlačenje, zbog moguće hemijske reakcije sredstva za hlačenje i osnovnog materijala.

Ulazni parametri u kontroler su temperatura obradivanog materijala, brzina pomognog kretanja i dubina rezanja a izlazni broj obrtaja glavnog vretena. Prihvatljiva temperatura obratka se kreće u granicama od ~ 20 °C do 100 °C, brzina pomognog kretanja 50-400 mm/min a dubina obrade 0-5 mm. Odkivani izlazni parametar (broj obrtaja n) je u granicama 50-3000 o/min. Kontroler je uspostavljen na osnovu 10 pravila pomoću u kojih je dobijen izlazni broj obrtaja. Izvedeni oblik se odnosi na Mamdani kontroler [10, 11, 12].

Na osnovu prikazanog postavlja se logično pitanje zašto je fazi logički kontroler pogodan za sisteme automatskog upravljanja a kao odgovor se može zaključiti:

- Fazi kontroleri optimiziraju već poznata rešenja sa ciljem dobijanja gotovog proizvoda uz povećanje efikasnosti proizvodnog procesa
- Bitno se smanjuje cena gotovog proizvoda zbog neprekidnosti procesa pod različitim uticajima
- Adaptivnost i eliminacija grešaka upravljanja je izrazita obzirom da nema subjektivnog uticaja
- Mogućnost promene upravljanja prema potrebama i zahtevima korisnika u svakom trenutku

6. ZAKLJUČAK

Zahtevi savremenog tržišta diktiraju tempo razvoja, izrade, pa i cene traženog proizvoda. Kako bi se udovoljilo potrebama potrebno je da se razvijaju novi oblici proizvoda, uvode nove tehnologije obrade, novi sistemi regulisanja proizvodnih tokova i uopšte rešenja, promeni strategija razmišljanja i rada.

Upravljanje proizvodnim procesima se ne vrši uspostavljanjem unapred definisanim režimima obrade rezanjem, već se tokom proizvodnog procesa režimi menjaju prema trenutnim zahtevima a u postavljenim mogućim granicama. Ovaj proces regulišu kontroleri, kako bi se umnogome olakšao rad tehnologa i omogućilo kraće vreme izrade proizvoda. Obzirom da se klasični kontroleri koriste za upravljanje prema fiksnim granicama, nastala je potreba za uvođenjem fazičnih kontrolera.

Na ovaj način je u svakom momentu optimiziran proces obrade. Sve ovo bitno utiče na smanjenje cene proizvoda i povećanje konkurentnosti na tržištu, što je jedan od osnovnih preduslova intenzivnog razvoja i opstanka na sve zahtevnijem tržištu.

Upravljanje proizvodnim tokovima na mašinama pomoću fazičnih kontrolera je unelo revoluciju u

proces obrada rezanjem. Proces obrade se odvija bez subjektivnog uticaja tehnologa, vreme izrade proizvoda je mnogostruko kraće, omogućeno je upravljanje na daljinu i u svakom momentu je optimiziran proces obrade.

LITERATURA

- [1] Nedić B, Lazić M. *Proizvodne tehnologije, Obrada metala rezanjem*, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2007.
- [2] Sredanović B. *Razvoj modela za definisanje univerzalne obradivosti na osnovu parametara procesa rezanja*, Magistarski rad, Univerzitet u Banja Luci, Banja Luka, 2012.
- [3] Filipović L. *Priručnik za projektovanje i pripremu tehnoloških postupaka pri obradi metala rezanjem*, ZUNS, Beograd, 1999.
- [4] Ljevar A, Ranđić M. Plastične mase i njihova obrada rezanjem, *Zbornik radova, XV Jupiter*, pp. 107-114, Cavtat, 1989.
- [5] Ranđić M, Ljevar A, Obrada plastičnih masa rezanjem i hrpavost obradene površine, *Zbornik radova, XV Jupiter*, pp. 101-105, Cavtat, 1989.
- [6] Mošorinski P, Mulić V, Ranđić M, Parametri glavnog otpora rezanja pri obradi plastičnih masa na strugu, *Zbornik radova, XXXIX Jupiter*, Beograd, pp. 3.110-3.113, 28-29 Oktobar 2014.
- [7] Mošorinski P, Mulić V, Ranđić M, Temperature u zoni rezanja pri obradi na strugu zaptivača motora od plastične mase (PTFE), *Zbornik radova, PIM, VTŠSS Zrenjanin, Zrenjanin*, pp. 301-307, 8 Decembar 2012.
- [8] Politerm d.o.o, Beograd, katalog, 2012.
- [9] IPAS Sekulić d.o.o, Beograd, katalog, 2012.
- [10] Brtka V. *Mekorunarstvo*, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, 2013.
- [11] Al-saedi Mazin I, Wu H. Handroos, Heikki. Intelligent controller of a flexible hybrid robot machine for ITER assembly and maintenance, *Fusion engineering and design*, Vol. 89, No. (7-8), pp. 1795-1803, 2014.
- [12] Mendel J. M., General Type-2 Fuzzy Logic Systems Made Simple: A Tutorial, *IEEE Transactions on fuzzy systems*, Vol.22, No.5, pp1162-1182, 2014.

SUMMARY

INCREASE EFFICIENCY CNC LATHE WITH THE HELP OF FUZZY LOGIC CONTROLLER (FLC)

This paper discusses the process of increasing the effectiveness of CNC lathe for carrying out the appropriate experiments. Experiments are related to the plastics processing machine and programming fuzzy logic controller (FLC) for the requirements of machining. Input parameters of the FLC are obtained as a result of previous experimental parameters set by experience and with a great subjective impact of technologists. Expected results of FLC's settings are based on the complete autonomy of the process and eliminating subjective errors.

Key words: machining, engineering plastics, FLC settings