

Živanović S., Glavonjić M.¹⁾

PRINCIP FAMILIJE I TEORIJA SLIČNOSTI U PROJEKTOVANJU FAMILIJE MAŠINA ALATKI²⁾

Rezime

U radu su, polazeći od pretpostavljene geometrijske promene optimalnih prečnika, kao i maksimalnih koraka, prikazani dobijeni odnosi karakterističnih veličina za susedne članove u familiji mašina alatki, u zavisnosti od jedinstvenog faktora ϕ , za celu familiju. To je značajno sa aspekta izbora karakteristika pojedinih članova familije. Razmatrana je mogućnost uvodjenja teorije sličnosti u oblast projektovanja familije mašina alatki, kao relativno novog pristupa u ovoj oblasti. Pokazano je da teorija sličnosti nije u suprotnosti sa principom familije i predloženi su izrazi, kojima se izražavaju kriterijumi sličnosti.

1. UVOD

Na osnovu analize eksploatacijske oblasti jedne univerzalne mašine, izrazite univerzalnosti, i podelom te oblasti na nekoliko užih, dobija se familija mašina sa nekoliko članova sa užim eksploatacijskim oblastima. Svaki, tako formirani, član ima jednu usku oblast optimalnog iskorišćenja, sa jednim optimalnim režimom u toj oblasti, pri čemu je promenljivost snage jednog takvog člana manja, dok je eksploatacijsko iskorišćenje veće.

Uslovi sličnosti i takozvane značice turbomašina navode na razmišljanje da se oslanjanjem na zakone sličnosti rada MA stvaraju mogućnosti da se radne performanse jedne mašine iskoriste za projektovanje serije, odnosno familije "sličnih" mašina alatki.

2. PRIMENA PRINCIPA FAMILIJE

Zavisnost pogonske snage od brzine rezanja za jednu univerzalnu mašinu može se izraziti za dve oblasti režima: za režime pri punom iskorišćenju postojanosti alata (P_{IA}) i za režime pri punom iskorišćenju preseka strugotine (P_{IM}).

- 1) Živanović Saša, dipl.maš.inž
Glavonjić dr Miloš, vanr.prof., Katedra za proizvodno mašinstvo, Mašinski fakultet, Beograd, 27. marta 80
- 2) Rad predstavlja deo rezultata ostvarenih u okviru integralno-strateškog projekta "Fleksibilni tehnološki sistemi i fleksibilna automatizacija u industriji prerade metala", u čijem finansiranju učestvuje i MNT Republike Srbije.

Tabela 1. Uporedni pregled odnosa karakterističnih veličina

odnosi karakt. veličina	$\frac{v_i}{v_{i+1}}$	$\frac{P_i}{P_{i+1}}$	$\frac{n_i}{n_{i+1}}$	$\frac{F_i}{F_{i+1}}$	$\frac{M_i}{M_{i+1}}$	z
vrsta obrade						
STRUGANJE $\phi_1 \neq \phi$	$\frac{1}{\phi_1^{x+y}}$	$\frac{1}{\phi_1^{z(x+y)}}$	$\frac{1}{\phi_1^{x+y} \phi}$	$\phi_1^{x_1+y_1}$	$\phi_1^{x_1+y_1} \phi$	$1 - \frac{x_1+y_1}{x+y}$
	$\frac{1}{\phi^{x+y}}$	$\frac{1}{\phi^{z(x+y)}}$	$\frac{1}{\phi^{x+y+1}}$	$\phi^{x_1+y_1}$	$\phi^{x_1+y_1+1}$	$x_1+y_1 > x+y$
BUŠENJE $\phi_1 \neq \phi$	$\phi^{x_0} \frac{1}{\phi_1^{y_0}}$	$\phi^{x_0+x-1} \phi_1^{y-y_0}$	$\phi^{x_0-1} \frac{1}{\phi_1^{y_0}}$		$\phi^x \phi_1^y$	$z = 1 + \frac{x-1}{x_0}$
	$\phi^{x_0-y_0}$	$\phi^{x_0+x-1+(y-y_0)}$	$\phi^{x_0-y_0-1}$		ϕ^{x+y}	
GLODANJE	ϕ^{e_v}	ϕ^{ze_v}	ϕ^{e_v-1}	ϕ^{e_f}	$\phi^{e_{f+1}}$	$z = \frac{e_v+e_f}{e_v}$

Ako posmatramo odnos prečnika malih zupčanika (d_{01}) prenosnika i odnos prečnika vratila (d_v) istog prenosnika, prema odgovarajućim prethodnim proračunima za susedne članove u familiji može se zaključiti da oba ova odnosa zavise od odnosa momenata uvijanja i to u obliku [6] :

$$\frac{d_{01 i}}{d_{01 i+1}} = \frac{d_{v i}}{d_{v i+1}} = \sqrt{\frac{M_i}{M_{i+1}}} = \sqrt{\phi^{1+x_1+y_1}} \quad (4)$$

čime se spisak odnosa karakterističnih veličina još može produžiti, i primeniti prilikom izbora glavnih karakteristika pojedinih članova jedne familije.

3. PRIMENA TEORIJE SLIČNOSTI

Za primenu teorije sličnosti potreban nam je matematički model procesa rezanja kojim možemo identifikovati ponašanje mašine alatke. Na osnovu modela iz [4], taj model je u radu [6] modifikovan i uprošćen, a zatim je prema odgovarajućoj proceduri [3] određen kriterijum sličnosti, koji za struganje ima oblik :

$$K_{SM} = \frac{1}{K_{\xi}} \frac{\Delta F}{\Delta \xi} t = \frac{1}{K_{\xi}} \frac{\Delta F}{V_s} \quad (5)$$

gde je $K_{\xi} = C_k K_F g^{x_1} (x_1 + y_1) \left(\frac{1}{n}\right)^{x_1 + y_1} V_{SN}^{x_1 + y_1 - 1}$

ΔF - odstupanje sile rezaja od nominalne

$\Delta \xi$ - dužina obrade (L)

t - glavno vreme obrade ($t = t_g = L/v_s$)

Na osnovu razmatranja o principu familije i o odnosima karakterističnih veličina u familiji uz primenu kriterijuma sličnosti (5), tražen je dodir ove dve oblasti u projektovanju mašina alatki.

Cilj je bio dobijanje kriterijuma sličnosti u funkciji faktora promene familije ϕ . Dobijen je sledeći izraz :

$$K_{SM} = \phi^{2(1+x+y)} \quad (6)$$

i ako se uporedi sa veličinama iz tabele 1, može se zaključiti da po obliku najviše odgovara odnosu momenata M_i/M_{i+1} . Kao potvrda sličnosti ovih izraza je i približno ista vrednost njihovih eksponenata: $1+x_1+y_1 \approx 2(1+x+y)$, za određene režime obrade.

Da bi dve mašine bile slične neophodno je da važi geometrijska, kinematička i dinamička sličnost. Kriterijum K_{SM} obuhvata dinamičku i kinematsku sličnost i nadalje će nositi oznaku $K_{SF} = 1/K_{\xi}^*(F/S)$. Potrebno je uvesti i kriterijum geometrijske sličnosti K_{SL} .

Na osnovu teorije sličnosti važi jednakost:

$$K_{SF} = K_{SL} = \phi^{2(1+x+y)} \quad (7)$$

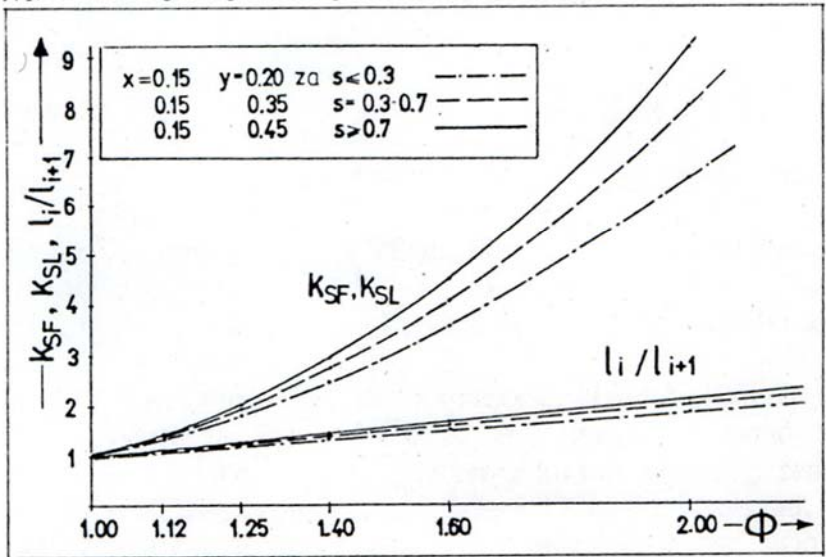
Za K_{SL} je usvojen oblik:

(8)

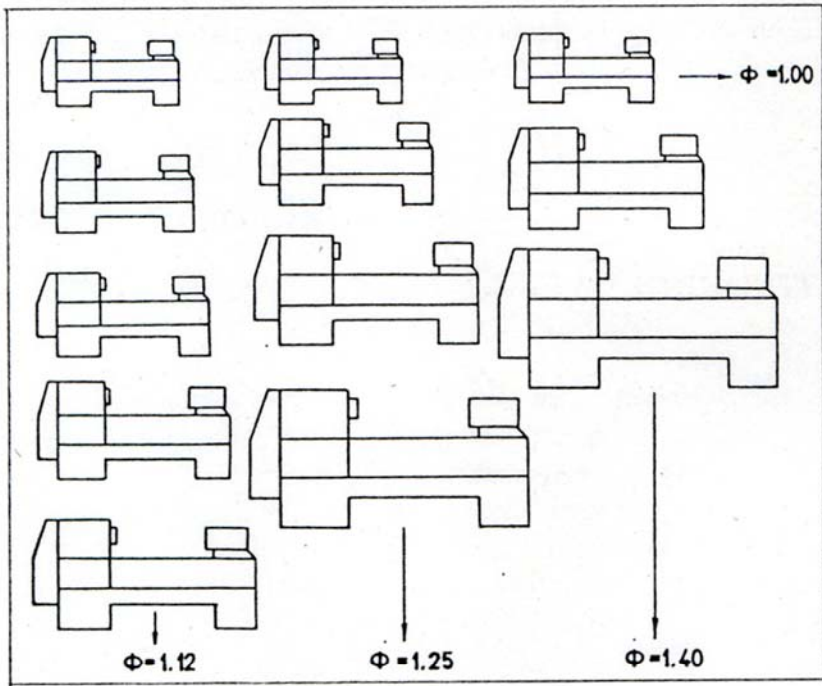
$$K_{SL} = \left(\frac{l_i}{l_{i+1}}\right)^3 ; \quad \frac{l_i}{l_{i+1}} = \sqrt{\phi^{2(1+x+y)}}$$

pri čemu je l_i/l_{i+1} odnos značajnih dimenzija mašine, što je u saglasnosti sa odnosom dimenzija malih zupčanika i vratila prenosnika, a samim tim i odnosom dimenzija (gabarita) samog prenosnika.

Na slici 2 dat je dijagramski prikaz K_{SF} , K_{SL} i odnosa l_i/l_{i+1} u funkciji od ϕ , za različite režime obrade, kao i ilustrativan prikaz familije strugova (slika 3) dobijenih upotrebom odnosa l_i/l_{i+1} , za određivanje značajnih dimenzija strugova.



Slika 2



Slika 3

Na slici 2 dat je dijagramski prikaz K_{SF} , K_{SL} i odnosa l_i/l_{i+1} u funkciji od ϕ , za različite režime obrade, kao i ilustrativan prikaz familije strugova (slika 3) dobijenih upotrebom odnosa l_i/l_{i+1} , za određivanje značajnih dimenzija strugova.

3. ZAKLJUČAK

Rezultate izložene u okviru ovog rada trebalo bi posmatrati kao početne u daljoj razradi odnosa karakterističnih veličina za obradni centar, koji objedinjuje strugarsko-bušačko-glodačke operacije koje su prethodno razmatrane. Takođe, ovo je i provera mogućnosti primene teorije sličnosti u projektovanju mašina alatki. Istraživanja bi trebalo nastaviti u pravcu konkretizovanja ideje za primenu ove teorije.

4. LITERATURA

- [1] Stanković P., Konceptijsko rešenje familija mašina alatki, Saopštenja IAMA, 1, Beograd, 1968.
- [2] Stanković P, Mašine alatke, I knjiga, Konceptijska i eksploatacijska analiza mašina za obradu rezanjem, Gradjevinska knjiga, Beograd 1968.
- [3] Pantelić I., Uvod u teoriju inženjerskog eksperimenta, Radnčki univerzitet "Radivoj Ćirpanov", Novi Sad, 1976.
- [4] Debeljković D., Dinamika objekata i procesa, Mašinski fakultet, Beograd, 1983.
- [5] Gajić A., Pejović S., Turbomašine, Mašinski fakultet, Beograd, 1993.
- [6] Glavonjić M., Razvoj metodologije projektovanja obradnog centra kao fleksibilne tehnološke jedinice, magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 1979.
- [7] Milačić V., Milojević M., et. al., Istraživanje i razvoj domaćih složenih obradnih sistema, knjiga 2., Obradni centri, Mašinski fakultet, JUPITER-Sistem, Beograd, 1978.
- [8] Živanović S., Metodi koncipiranja fleksibilnog tehnološkog modula, diplomski rad u pripremi, Mašinski fakultet, Beograd, 1995.

Živanović S., Glavonjić M.

PRINCIPLE OF FAMILY AND THE THEORY OF SIMILARITY IN MACHINE TOOL FAMILY DESIGN

Paper presents derived ratios of characteristic parameters for neighbour members of machine tool family, depending on factor ϕ , common for entire family. There are valid for presupposed geometrical change of optimal diameters, as well as change of feed rates. Derived expressions for mentioned factors are important from aspect of choice of characteristics for each member of family. Possibility of introduction of similarity theory in the design process of machine tool family, as a new approach in this field, was considered. It was shown that the similitude theory is not opposite to the principle of family, and expressions which describe criteria of similarity were suggested.