

**POBOLJŠANJE KINETIČKIH ZNAČAJKI I ROKA TRAJANJA
MALTEŠKOG KRIŽA POMOĆU KRIVOCRTNIH UTORA, KOD
PREŠE BONGIANI**

**IMPROVEMENTS OF KINETIC PROPERTIES AND LIFESPAN OF
MALTIC CROSS THROUGH CURVED CANAL, AT BONGIANI
PRESSING MACHINE**

**Fehmi Krasniqi, University of Prishtina
Mechanical Engineering Faculty
Prishtina, Kosova
E- mail: fehkrasniqi@yahoo.com**

REZIME

U ovom radu su se analizirali malteški mehanizmi sa vanjskom spregom i centralnim utorima kod preše Bongiani. Imajući u obzir trošenje utora koji se javljaju u toku rada, zbog trenja između površine utora malteškog križa i površine palca vrši se sinteza malteškog mehanizma sa krivocrtnim utorima, pomoću sinusoidalnih valova.

Konstatovano je da se prelaskom na krivocrtne utore križa, znatno smanjuje trenje i poboljšavaju se kinetičke značajke mehanizma, a takođe se povećava i vijek trajanja križa malteškog mehanizma, pa ujedno i stroja, što znači da se olakšava njihovo održavanje.

Ključne riječi: Malteški križ, utor, palac, trenje, vijek trajanja, održavanje, sinusoidalni valovi.

SUMMARY

In this paper are analysed Maltic mechanisms with outer engration and central canals in Bongiani pressure machine.

Having in mind the ware of canal which are formed during the working process, as a result of the friction between the surface of the canal of the Maltic cross and the surface of the pin, it resulted in the synthesis of the Maltic Mechanism with outer engration, through the sinusoidal waves.

It is concluded that while switching to curved canal of the cross the friction is significantly decreased and there is an improvement in the kinetic properties of the mechanism as well as an increase of the lifespan of the Maltic mechanism, including machines, which means that its maintenance is improved.

Ključne riječi: Maltic cross, canal, pin, friction, lifespan, maintenance, sinusoidal waves

1. UVOD

Malteški mehanizmi spadaju u grupu mehanizama sa prekidnim kretanjem, oni mogu biti sa spoljašnjim sprežanjem ili s unutarnjim sprežanjem i malteški mehanizmi sa sferičnim sprežanjem. Oni također mogu biti i sa centralnim utorima ili necentralnim utorima. Utori mogu biti ravnomjerno raspoređeni i neravnomjerno raspoređeni.

U dostupnoj literaturi: [4, 6], dovoljno su proučavani malteški mehanizmi od tri člana sa pravim radijalnim utorima, koji su konstruktivno jednostavni, ali ne dopuštaju proizvodnju

odabiranje (rješenja) odnosa vremena gibanja i vremena mirovanja i za manji broj utora njihov rad je karakterističan po izvjesnim inercijalnim opterećenjima.

Ranije je, učenjak Kuharenko [5] studirao malteške mehanizme koji rade bez većih udara za bilo koji smjer obrtanja, dozvoljavaju odabiranje bilo kojeg radnog koeficijenta (k_r) odnosa između vremena gibanja i vremena mirovanja, a na račun smanjenja vremena praznog hoda, pružaju mogućnost povećanja produktivnosti automata sa prekidnim kretanjem na $6 \div 28\%$. Analize, sa primjenom elektronskih računskih strojeva, pokazuju da konfiguracija krivocrtnih utora u stvari utiče na zakon gibanja vođenog člana.

U ovom radu razmotrili smo rješenja niže navedenih zadata: poznavajući zakon promjene kutnog ubrzanja malteškog križa, po skupini sinusoidalnih valova, zahtjeva se da se iznađe jednačba centralnih profila krivocrtnih utora, u kome treba da djeluje palac vodećeg člana, te da se za jednu konstantnu kutnu brzinu ostvari zakon zahtjevanog gibanja.

2. SINTEZA MALTEŠKIH MEHANIZMA S KRIVOCRNTNIM UTORIMA

Malteški mehanizmi s krivocrtnim utorima, nisu dovoljno prostudirani te se zbog toga ne upotrebljavaju mnogo u strojevima i ako je poznato da se prelaskom na krivortne utore osjetno poboljšavaju kinetičke značajke i rok trajanja, a tehnologija proizvodnje tih križeva se komplicira.

2.1. Zakon gibanja križa

Zakon promjene kutnog ubrzanja malteškog križa dat je u obliku funkcije:

$$k_\varepsilon = \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = F(\varphi) \quad \dots (1)$$

φ - kut obrtanja vodećeg člana,

ψ - kut obrtanja malteškog križa.

Nakon matematičkih operacija dobijamo funkciju transmisije (2), te kut obrtanja vođenog člana (3):

$$k_\omega = \frac{d\psi}{d\varphi} = \int F(\varphi)d\varphi = U(\varphi_1, C_1) \quad \dots (2)$$

$$\psi = \int U(\varphi_1, C_1)d\varphi = f(\varphi, C_1, C_2) \quad \dots (3)$$

$$\text{za } \varphi = -\varphi_1 \quad \psi = -\frac{\pi}{z}, \quad k_\omega = 0 \quad \text{i}$$

$$\text{za } \varphi = +\varphi_1 \quad \psi = +\frac{\pi}{z}, \quad k_\omega = 0, \quad \text{odredimo konstante integracije } C_1 \text{ i } C_2,$$

gdje je z – broj krivocrtnih utora.

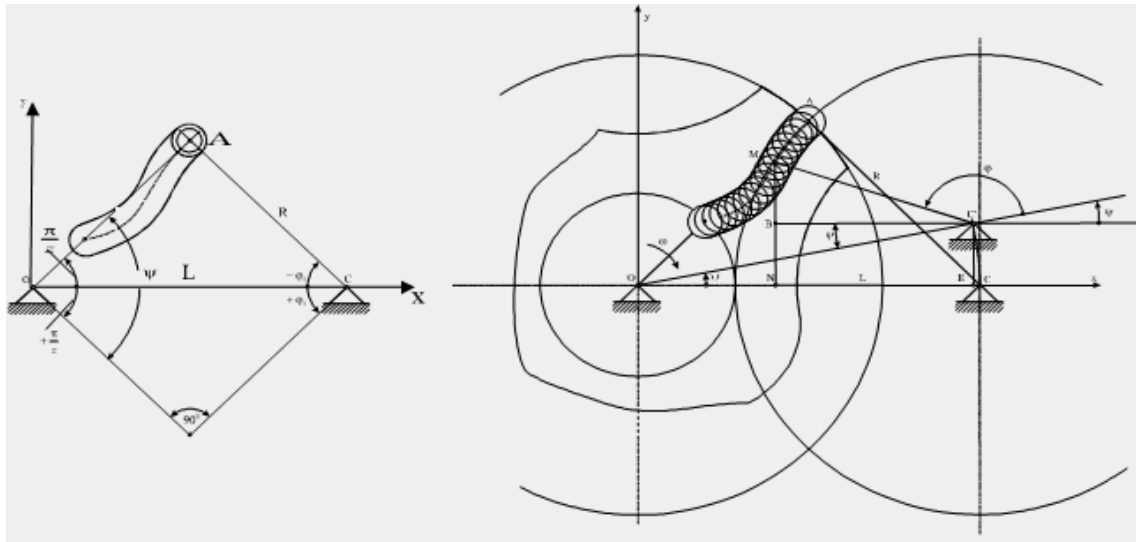
2.2. Određivanje koordinata profila krivocrtnih utora kod malteških mehanizama

Za rješavanje ovog problema primjenjuje se metoda inverzije gibanja (Sl.1). Fiksiramo malteški križ i oslobadjajući oslonac, okrećemo zajedno sa vodećim članom za kut ψ , izračunat pomoću jednačbe (3) u suprotnom smjeru obrtanja vodećeg člana. Pri tome središna linija mehanizma u poziciji OC'na fiksnom mehanizmu gradi kut obrtanja φ .

Jednačbe koordinata središnjeg profila imaju oblik:

$$x_M = R \left[\lambda \cos\left(\frac{\pi}{z} + \psi\right) - \cos\left(\frac{\pi}{z} + \psi + \varphi\right) \right] \quad \dots (4)$$

$$y_M = R \left[\lambda \sin\left(\frac{\pi}{z} + \psi\right) - \sin\left(\frac{\pi}{z} + \psi + \varphi\right) \right]$$



Slika 1. Inverzija gibanja za odredjivanje koordinata profila

Radni profil utora predstavlja skupinu kružnica, čija središta se nalaze u središnjem profilu, dok polumjeri su jednaki s polumjerom (r) palca. Jednadžba profila palca je jednadžba skupine sljedećih kružnica:

$$(x-x_M)^2+(y-y_M)^2 = r^2 \quad \dots (5)$$

Na osnovu matematičkih transformacija dobijaju se jednadžbe profila u parametarskom obliku:

$$x = x_M \mp \frac{\frac{dy_M \cdot r}{d\varphi}}{\sqrt{\left(\frac{dx_M}{d\varphi}\right)^2 + \left(\frac{dy_M}{d\varphi}\right)^2}}, \quad y = y_M \pm \frac{\frac{dx_M \cdot r}{d\varphi}}{\sqrt{\left(\frac{dx_M}{d\varphi}\right)^2 + \left(\frac{dy_M}{d\varphi}\right)^2}} \quad \dots (6)$$

Na osnovu teorije sličnosti dimenzija mehaničkih veličina, funkcije položaja ψ , kutne brzine ω i kutnog ubrzanja ε , u svakom položaju možemo ih odrediti kao u [6]:

$$\psi = q_\psi \cdot \Psi, \quad \omega = q_\omega \cdot \frac{\Psi}{t_l}, \quad \varepsilon = q_\varepsilon \cdot \frac{\Psi}{t_l^2}; \quad \dots (7)$$

gdje je :

$$\Psi = 2\psi_1$$

t_l - vrijeme kretanja.

Bezdimenzionalni koeficijenti: q_ψ, q_ω i q_ε , ovise o odabranom zakonu gibanja.

$$\omega = q_\omega \frac{\Psi}{\varphi_l} \cdot \omega_1 \quad \dots (8)$$

$$\varepsilon = q_\varepsilon \frac{\Psi}{\varphi_l^2} \cdot \omega_1^2 \quad \dots (9)$$

Iz ovih jednađbi slijede funkcije prijenosa mehanizma:

$$k_{\omega} = \frac{\omega}{\omega_1} = q_{\omega} \frac{\Psi}{\varphi_l}, k_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\omega_1^2} = q_{\varepsilon} \cdot \frac{\Psi}{\varphi_l^2} \text{ i } k_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\omega_1^2} = q_{\varepsilon} \cdot \frac{\Psi}{\varphi_l^2}; \quad \dots (10)$$

gdje je:

$$\Psi = \frac{2\pi}{z}, \quad \dots (11)$$

$$\varphi_l = \frac{\pi(z-2)}{z} - \alpha_0. \quad \dots (12)$$

Poslije zamjene dobijaju se:

$$\psi = f(\varphi) = \frac{2\pi}{z} \cdot q_{\psi},$$

$$k_{\omega} = \frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{2\pi}{\pi(z-2) - z\alpha_0} \cdot q_{\omega} \quad \dots (13)$$

$$k_{\varepsilon} = \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = \frac{2\pi z}{[\pi(z-2) - z\alpha_0]^2} \cdot q_{\varepsilon} \quad \dots (14)$$

Imat ćemo:

$$t_{\min} = \frac{\varphi_l}{\omega_{1\max}} = \frac{\pi(z-2) - z\alpha_0}{z \cdot \omega_{1\max}} \quad \dots (15)$$

Veličina t_{\min} može se takođe izraziti i pomoću radnog koeficijenta vremena (hoda) k_r :

$$t_{\min} = \frac{2\pi \cdot k_r}{(k_r + 1)\omega_{1\max}},$$

gdje je:

$$k_r = \frac{\pi(z-2) - z\alpha_0}{\pi(z+2) + z\alpha_0},$$

α_0 - dodatni kut zastoja. ... (16)

2.3. Jednađbe skupine sinusoidalnih valova za malteške mehanizme s dodatnim kutem zastoja α_0

Jednađba gibanja, skupine sinusoidalnih valova u bezdimenzilnom obliku, je:

$$q_{\psi} = \frac{2(k+1)\varphi - 1}{2k} - \frac{1}{3\pi} \left\{ 8\lambda \sin\left[\frac{\pi(k+1)}{k}\left(\varphi + \frac{1}{2} - \frac{1}{k+1}\right)\right] + 2\sin\left[2\frac{\pi(k+1)}{k}\left(\varphi + \frac{1}{2} - \frac{1}{k+1}\right)\right] - \right.$$

$$4\lambda \sin\left[3\frac{\pi(k+1)}{k}\left(\varphi + \frac{1}{2} - \frac{1}{k+1}\right)\right] - \frac{1}{4}\sin\left[4\frac{\pi(k+1)}{k}\left(\varphi + \frac{1}{2} - \frac{1}{k+1}\right)\right] + \left. \frac{4}{5}\lambda \sin\left[5\frac{\pi(k+1)}{k}\left(\varphi + \frac{1}{2} - \frac{1}{k+1}\right)\right] \right\} \quad \dots (17)$$

Zamjenom u jednađzbu (17) da je: $\frac{k+1}{k} = \xi$ i $\pi\xi(\varphi + \frac{1}{2} - \frac{1}{k+1}) = \alpha$ i posle dodatnih transformacija [3], proizilazi da je:

$$q_\varepsilon = \frac{d^2 q_\psi}{d\varphi^2} = \frac{4\pi^2}{3} \xi^2 (2\lambda \sin \alpha + 2 \sin 2\alpha - 9\lambda \sin 3\alpha - \sin 4\alpha + 4\lambda \sin 5\alpha) \quad \dots(18)$$

Zamjenom jednađzbe (18) u jednađzbu (zakon) sile tlaka [3] dobijamo skupinu tih sila za krivolinijske utore križa. Jasno je, što je veća sila tlaka veća je i sila trenja pa i veće je i trošenje utora križa, gdje dolazi i do loma utora i ispadanje križa iz upotrebe kod preše Bongiani (sl.4), za proizvodnju glinenih artikala u Gjakovë-Kosovo.

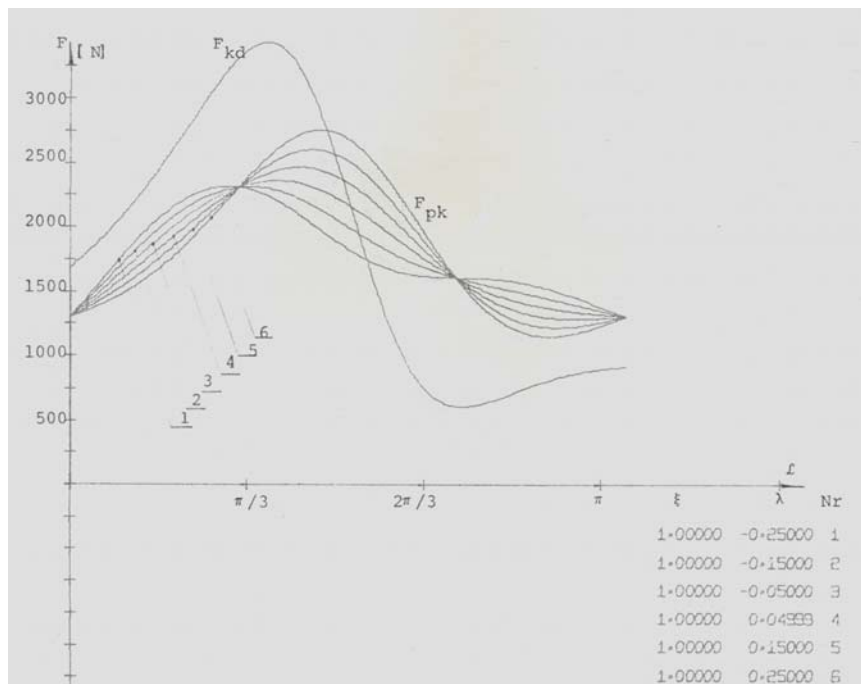
3. NUMERIČKI REZULTATI I GRAFIČKI PRIKAZI

Jedno praktično izračunavanje je napravljeno za malteški križ kod preše tipa Bongiani, za prešovanje glinenih artikala, za sljedeće numeričke vrijednosti:

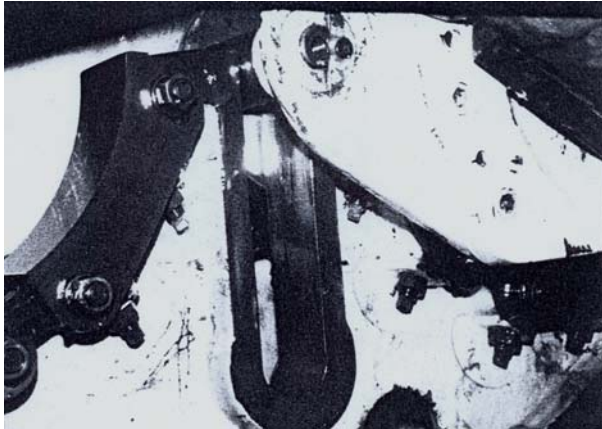
$$I_{re} = 283.42[\text{kg m}^2]; M_r = 497[\text{Nm}]; z = 6; \omega = 0.95[\text{rad / s}].$$

Tabela 1. Prikaz sile tlaka za krivocrne utore - F_{pk} , i pravocrtne utore - F_{kd}

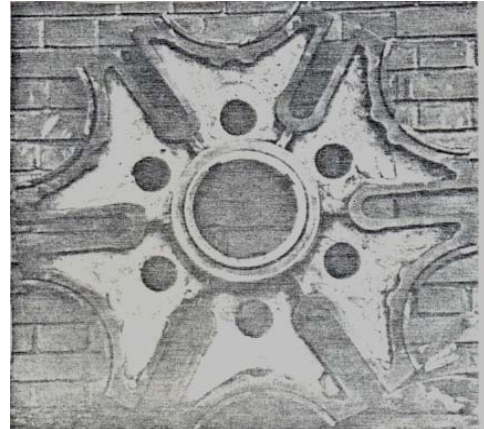
λ	ξ	$\alpha[\text{rad}]$	Max F_{pk} [N]	Max F_{kd} [N]	ΔF [N]
-0.25	1.0	0.91	2249.7	3433	1183.2
-0.15	1.0	1.05	2233.1		1199.9
-0.05	1.0	1.28	2299.8		1133.2
0.05	1.0	1.36	2399.8		1033.2
0.15	1.0	1.46	2533.1		899.9
0.25	1.0	1.57	2266.4		766.6



Slika 2. Grafički prikaz sile tlaka za pravocrtne utore (F_{kd}) i krivocrtne utore (F_{pk})



Slika 3. Prikaz palca i utora križa kog preše Bongiani u Industriji Glinenih Artikala u Gjakovë- Kosovo



Slika 4. Izbačeni križ iz upotrebe kod preše Bongiani u IGA u Gjakovë- Kosovo

4. ZAKLJUČCI

Na osnovu numeričkih rezultata (tab.1) i grafičkih dijagrama (sl.2), možemo zaključiti da se, sa povećanjem radnog koeficijenta, povećava i sila tlaka, a za $k=1.2$ postiže se granica gdje daljnjim povećanjem koeficijenta rada dolazi i do povećanja sile tlaka kod krivocrtnih utora križa, više nego kod pravocrtnih utora križa.

Takvo smanjenje sile tlaka utječe i na smanjenje sile trenja između palca i utora križa pa ujedno utječe i na smanjenje trošenja materijala i povećanje radnog vijeka križa.

5. LITERATURA

- [1] Bögelsack, G., etj.: Kriterium za izbor mehanizama sa prekidnim kretanjem, IFToMM, rad.br.2 str. 1-14, Zagreb, 1975
- [2] Karauli, P.- Progri, R.: Mbi precizionin e llogaritjës të presionit maksimal të mekanizmat maltikë, Bul.nr.3, Tiranë, 1963
- [3] Krasniqi, F.B. : Kontribut përmirësimit të karakteristikave kryesore të mekanizmave maltikë për rritjen e produktivitetit dhe të sigurisë në punë nëpërmjet ndërtimit të kanaleve të lakuara”, (punim i dokt.), Prishtinë, 1998
- [4] Muftić, O.-Draća, K. : Uvod u teoriju mehanizama, Liber, Zagreb, 1974
- [5] Кухаренко, П. Г. : Мальтийские механизмы для снижения инерционных нагрузок в автоматах с приводам прерывистого движения. Машиноведение, N°4, Москва, 1965
- [6] Сперанский, Н.В. : Проектирование малтийских механизмов, АН СССР, Москва, 1960