



OPTIMIZACIJA SISTEMA ZA VOĐENJE EKSCENTRIČNO OPTEREĆENIH VOĐICA

Mr Slobodan MITROVIĆ

Mašinski fakultet u Kragujevcu

OPTIMIZATION OF THE GUIDING SYSTEM OF ECCENTRICALLY LOADED SLIDE WAYS

Abstrakt

Proper selection of slide ways of machine tools has the exceptional influence on machining precision and quality of the machine surface. All errors that arose as a consequence of clearance between the sliding surfaces or deformations in the contact zone directly affect the machining error.

In order to ensure mobility of slide ways, it is necessary that a clearance exist in sliding joints. Under the influence of eccentric load the twisting of the cross section of the slide way occurs, which can lead to appearance of self-braking, namely the blocking of slider's motion along the slide ways. To prevent that it is necessary that the length of a slider is as large as possible with respect to its width. Since the increase in size of the stand also leads to increase of the slide ways, the whole machine, and by that also its weight and price, that solution of this problem requires more complex analysis, especially from the tribological aspect.

This paper presents an attempt of solving the undesired effect of slide ways self-braking. Through theoretical analyses

Key words: Guiding, slide ways, eccentric load

1. UVOD

Alatne mašine po svojoj zastupljenosti u industriji, predstavljaju značajnu grupu složenih tehničkih sistema. Najčešće nepostizanje zadate tačnosti i kvaliteta obrađene površine je direktna ili indirektna posledica habanja kontaktnih površina elemenata TMS-a za vođenje. Usled habanja se javljaju zazori između ovih elemenata, koji dovode do odstupanja stvarnih od potrebnih trajektorija kretanja. Ovo direktno utiče na tačnost obrade.

Iz prethodno navedenih razloga kod svih alatnih mašina tribomehanički sistemi za vođenje imaju poseban značaj.

Na mašinama alatkama su u znatno većem broju prisutne klizne vođice u odnosu na kotrljajuće. Sadašnji razvoj u oblasti mašina alatki ne ukazuje na neku bitniju promenu ovog odnosa, osim kod nekih mašina visoke klase tačnosti. Najčešće su klizne vođice izložene ekscentričnom opterećenju.

Opterećenje vođica pod dejstvom ekscentričnih vučnih sila, karakteristično je kod univerzalnog struga, raznih tipova revolver struga, ekscentrično opterećene provlakačice i drugih mašina. Kod ovakvog tipa vođenja klizača i opterećenja tzv.

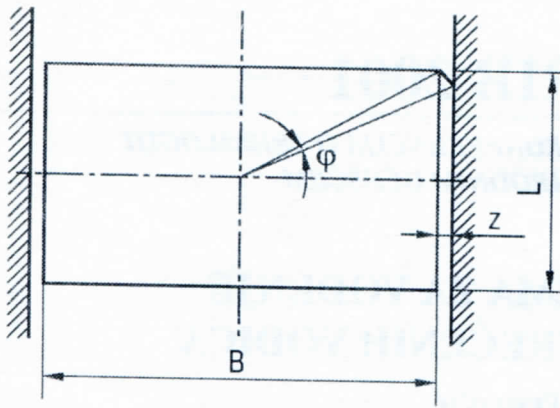
zatvorenih vođica neophodan je adekvatan izbor geometrijskih parametara vođica.

2. ANALIZA NAPONSKOG STANJA

Pravilan izbor vođenja kliznih vođica mašina alatki ima izuzetan značaj na tačnost obrade i kvalitet obrađene površine. Sve greške nastale bilo kao posledica zazora između kliznih površina ili deformacija u zoni kontakta, direktno se odražavaju na grešku obrade. S tim u vezi, pravilna analiza naponskog stanja na kliznim vođicama je od posebnog značaja.

Da bi se obezbedila pokretljivost vođica, neophodno je postojanje zazora u kliznim spojevima. Pod dejstvom ekscentričnog (momentnog) opterećenja dolazi do zaokretanja poprečnog preseka vođice za neki ugao φ , slika 1. Ukupan ugao slobodnog zaokretanja poprečnog preseka može se izraziti preko relacije:

$$\varphi = \arccos \frac{\frac{B}{2}}{\sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}} - \arccos \frac{\frac{B}{2} + z}{\sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}}$$



Slika 1. Zaokretanje vođice pod dejstvom momentnog opterećenja

Analizom ovog izraza dolazi se do pokazatelja koji govore o uticaju odnosa dimenzije vođice (B/L) i veličine zazora na veličinu ugla slobodnog zaokretanja φ . Rezultati analize, koja ovde nije izložena, ukazuju na povećanje ugla φ sa povećanjem odnosa B/L u okviru konstantnog zazora. Takođe se pokazalo da u okviru konstantnog odnosa B/L pri povećanju zazora, ugao slobodnog zaokretanja raste. Kada ugao φ dostigne kritičnu vrednost φ_{kr} , dolazi do pojave samokočenja vođice.

Naponi na kontaktnim površinama predstavljaju složene funkcije karakteristika materijala i koordinata x i y . Polazeći od pretpostavke da se elementarna pomeranja u zonama kontakta obavljaju po kružnim putanjama može se doći, preko teorije elastičnosti, do raspodele napona na kontaktnim površinama.

$$\tau_{xy} = \left[\frac{M \cdot E(1-2\nu)}{2(1+\nu)} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{x^2 + y^2}$$

$$\left\{ \frac{(x^2 + y^2)^2}{2y^2 \left[(1-\nu)y^2 - x^2(1-3\nu) \right] + x^2(1-2\nu) \left[x^2 - 3y^2 \right]} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_x = \left[\frac{2M}{(1+\nu)(1-2\nu)} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{x^2 + y^2}$$

$$\left\{ \frac{(x^2 + y^2)^2}{2y^2 \left[(1-\nu)y^2 - x^2(1-3\nu) \right] + x^2(1-2\nu) \left[x^2 - 3y^2 \right]} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Teorijski posmatrano tangencijalni naponi imaju minimalnu vrednost za nultu vrednost koordinate x , odnosno nultu vrednost širine vođenja b .

To znači da treba tražiti ono konstruktivno rešenje sistema vođenja kod koga veličina širine vođenja B teži nuli kako bi se minimizirali tangencijalni naponi, odnosno, obezbedila manja vrednost sile trenja.

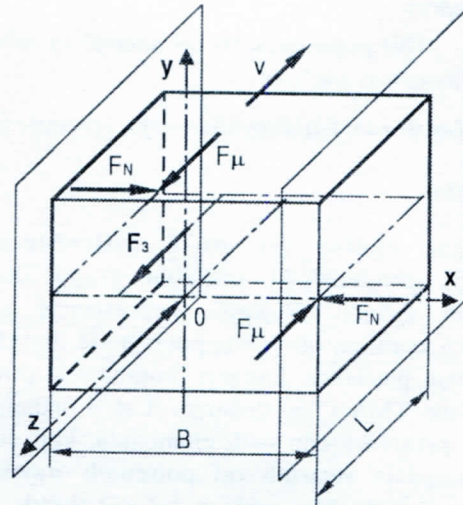
3. PREDLOG KONSTRUKTIVNOG REŠENJA ZA POBOLJŠANJE TRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA EKSCENTRIČNO OPTEREĆENIH VOĐICA

Na osnovu prethodnih teorijskih analiza, ulazi se u koncipiranje nove konstrukcije vođenja ekscentrično opterećenih vođica čija se ispravnost, a samim tim i valjanost potvrđuje eksperimentalnim putem na posebno, za to konstruisanom uređaju.

Naime, razmotrimo osnovni model ekscentrično opterećenog klizača pravolinijskih kliznih vođica, sa postavljenim koordinatnim sistemom x, y, z u tački O , u kojoj deluje vučna sila F , kojom se pokreće klizač, kako je to prikazano na slici 2.

Klizač se brzinom v kreće po vođicama pod dejstvom spoljašnje vučne sile F kojoj se suprotstavlja moment sile F_3 posredstvom svojih reakcija F_N i $F_{N\mu}$.

Smanjenjem dužine vođice L , uz ostale konstantne veličine, jednog trenutka dolazi do samokočenja. Vučna sila F zavisi od međusobnih odnosa geometrijskih veličina L i B , kao i koeficijenta trenja μ , što eksperimentalno treba proveriti. Da bi vučna sila F bila niža od praga vučne sile pogonskog motora čini se pokušaj rekonstrukcije kliznih površina klizača, pri čemu se očekuje smanjenje uticaja širine klizača B na veličinu vučne sile F za bilo koju dužinu klizača L , slika 3a.



Slika 2. Osnovni model ekscentrično opterećenih vođica

Na prikazanoj šemi sa K_1 su označene kontaktne površine klizača sa vođicama, čije je međusobno rastojanje B_{k1} . Rekonstrukcijom klizača po vođicama čije bi kontaktne površine bile K_2, K_3 i K_4 , međusobno rastojanje kontaktnih površina se smanjuje, tako da su:

$$B_{k1} > B_{k2} > B_{k3} > B_{k4} > 0.$$

Rekonstrukcija kliznih površina može se izvesti i na drugi način što je prikazano na slici 3b.