

## **TOGA IN PRECIZNA VODILA – VEČJA PRODUKTIVNOST IN ŽIVLJENSKA DOBA ORODIJ**

**Stefan NOBS, Marjan DOBOVŠEK**

AGATHON, Solothurn, Švica, Vpenjalni sistemi d.o.o., Ljubljana, Slovenija

### **POVZETEK**

*Uporaba togih in preciznih vodil v konstrukciji orodij je, ob ustrezni konstrukciji, pokazala vrsto prednosti predvsem pri orodjih v masovni proizvodnji. Pri štančanju se s temi rešitvami zelo približamo največjim frekvencam, ki jih zmorejo preše. Poleg tega se je povečala življenjska doba orodij in doba med cikli, ko je potrebno orodja ponovno brusiti.*

*V članku sta opisana dva primera uspešne uporabe togih in preciznih vodil. V prvem primeru se je z uporabo togih valjčnih vodil v primerjavi z krogličnimi vodili močno povečala produktivnost orodij, v drugem pa se je z uporabo togih krogličnih vodil ob ustrezni konstrukciji orodij močno povečala življenjska doba orodij.*

### **1. UVOD**

Zahteve uporabnikov orodij postajajo vedno večje. To niso samo zahteve vezane na natančnost izdelkov, temveč tudi zahteve povezane s produktivnostjo pri uporabi orodij v proizvodnji in življenjsko dobo orodij.

Pri štančanju v velikoserijski proizvodnji mora konstrukcija in izvedba orodja omogočati delo blizu največjih možnih frekvenc, ki jih omogočajo preše. Ravno tako mora biti čas med ostrenji orodij in menjavo posameznih obrabi podvrženih delov čim večji. Poleg same konstrukcije imajo zelo velik vpliv na to tudi standardni elementi vgrajeni v orodja – predvsem vodila.

Ker so reže med matricami in pestiči izredno majhne, morajo biti vodila toga in natančna. Od tega ni odvisna samo kvaliteta reza, temveč tudi življenjska doba orodja. Pri teh orodjih se uporabljajo večinoma kroglična in valjčna kotalna vodila. Proizvajalcev takih vodil je po svetu veliko, zelo malo pa je tistih, ki dosegaajo največjo možno kvaliteto.

### **2. ZAHTEVE PRI IZDELAVI TOGIH IN PRECIZNIH VODIL**

Da bi izdelali toga in precizna vodila morajo proizvajalci le teh izpolniti vrsto ostrih zahtev:

- Vodilni stebri in puše morajo po obliki merah ustrezati normam DIN/ISO in morajo biti kompatibilni z enakimi elementi ostalih proizvajalcev.
- Mere za vgradnjo puš morajo biti izdelane v ustreznih tolerancah. Le tako lahko izvrtine za njihovo namestitev pripravimo v naprej. Priporočljiva tolerance na merah za vgradnjo puš je **js4** in prileg **JS4/H5**.
- Vsi vodilni stebri morajo na premerih vodenja dosežati tolerance **h3**.
- Proizvajalec takih vodil mora dobaviti kroglična in za visoke zahteve valjčna vodila. Poleg tega mora dobaviti tudi drsna vodila. Pri tem je potrebno doseči toleranco **N2**.
- Izpolnjene morajo biti zahteve po najmanjšem odstopanju v krožnem teku, cilindričnosti in koničnosti ter garantirati zahtevano ponovljivost v točnosti.
- Optimalna prednapetost kotalnih elementov, od katere je odvisna togost, gibljivost in večja življenjska doba vodil je dosegljiva samo v primeru, ko je pri izdelavi doseženo majhno odstopanje v obliki in dimenzijah.
- Za vse elemente mora biti pripravljen opis, morajo biti označeni (številka artikla) in identificirani (serijska številka). Le tako lahko spremljamo, kaj se s posameznimi elementi dogaja pri njihovi uporabi.

AGATHON, Soloturn, Švica je eden od redkih proizvajalcev, ki vse te pogoje izpolnjuje.

V Agathonu s patentirano izvedbo zagotavljajo optimalno deformacijo materiala kletke okrog ležišča kroglice. Poleg tega dosežejo z manjšo radialno režo v kletki, večjo oporo in silo, ki drži posamezno kroglico v kletki, optimalno lego kroglic v kletki. S povečanjem števila kroglic povečuje togost in nosilnost vodil.

Z optimalno geometrijo na vhodu v steber in pušo močno zmanjšajo udarec pri vstopu kotalnega elementa - kroglice ali valjčka - v področje prednapetosti. To povečuje življenjsko dobo vodil in zmanjšuje nevarnost, da se bo kletka s kotalnimi elementi premaknila iz optimalne lege.

Agathonova vodila tečejo na visoko zmogljivih avtomatih za štancanje z do **2.500 gibov na minuto**.

### 3. PRIMER 1 - MENJAVA KROGLIČNIH Z VALJČNIMI VODILI

Proizvajalec orodij v Aziji je dobil v izdelavo orodje za izdelavo vzmeti (masovna proizvodnja) za tipkovnico za prenosni računalnik (slika 1). Pri štancanju kaljenega vzmetnega jekla je problem življenjska doba matrice in pestiča v orodju. Problematično je zvijanje vzmetne pločevine, saj je težko doseči zahtevano deformacijo vzmeti in pri tem še majhen raztros od zahtevanih mer.



material: nikljeva zlitina debeline 0,03mm

**Slika 1:** Vzmet za tipkovnico prenosnega računalnika in nikljeve zlitine debeline 0,03 mm.

Pri prvi izvedbi orodja so bila uporabljena kroglična vodila (norma 7611 in 7631). Uporabljeno je bilo:

Material izdelka: nikljeva zlitina debeline 0,03 mm  
Največja frekvenca preše: 550 gibov/min

**Delovna frekvenca preše: 160 gibov/min**

Uporabljena vodila: kroglična vodila proizvajalca iz ZDA premera 20 mm

Izboljšava orodja je bilo narejena z vgradnjo Agathonovih preciznih togih valjčnih vodil (norma 7660). Z zamenjavo krogličnih vodil s temi vodili so bili doseženi bistveno boljši rezultati:

**Delovna frekvenca preše: 450 gibov/min**

### 4. PRIMER 2 - MENJAVA DRSNIH Z KROGLIČNIH VODILI

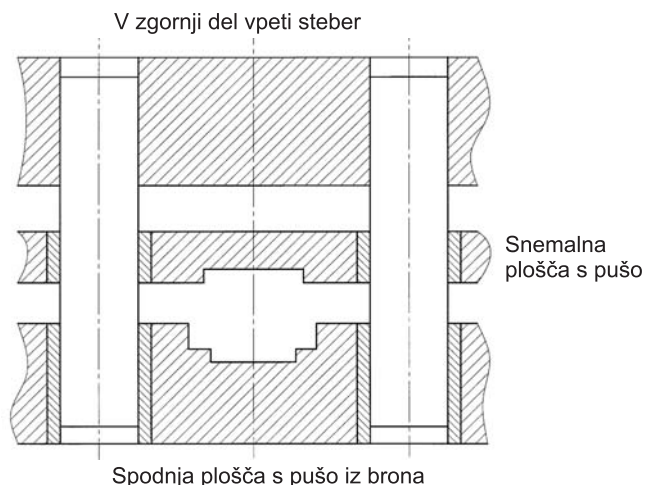
Proizvajalec orodij v Ameriki izdeluje za štancanje lamel za transformatorje za zaslon računalnika. V konstrukciji je zamenjal leta uporabljeno koncept z drsnimi vodili (slika 2) z novo konstrukcijo s prednapetimi kotalnimi vodili.

Uporabljeno je bilo:

Največja frekvenca preše: 550 gibov/min

Delovna frekvenca preše: 160 gibov/min

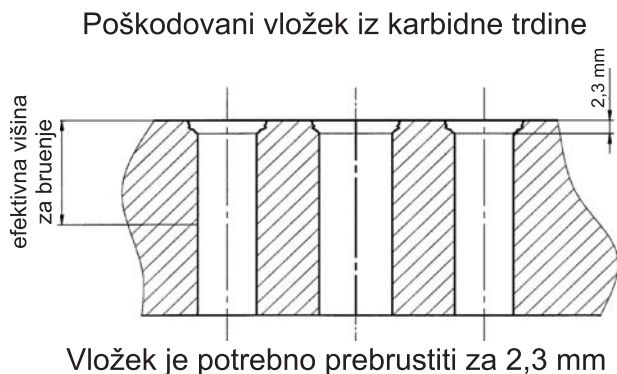
Uporabljena vodila: drsna vodila proizvajalca iz ZDA premera 20 mm



**Slika 2:** Konstrukcija orodja z drsnimi vodili

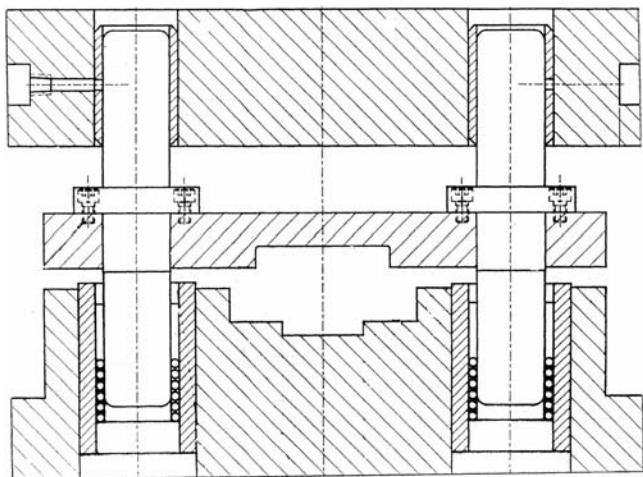
Pri konstrukciji z drsnimi vodili vodenje pestiča v matrico ni natančno. Po 100.000 do 125.000 gibih je bila matrica že močno poškodovana (slika 3) in jo je bilo potrebno zbrusiti za 2,3 mm. Celotna višina predvidena za brušenje matrice je 17 mm. Intervali med brušenji so bili zelo kratki in višina brušenja

velika. Zato je bilo potrebno v kratkem času matrico in pestič zamenjati, zato so bili stroški vzdrževanja orodja visoki.



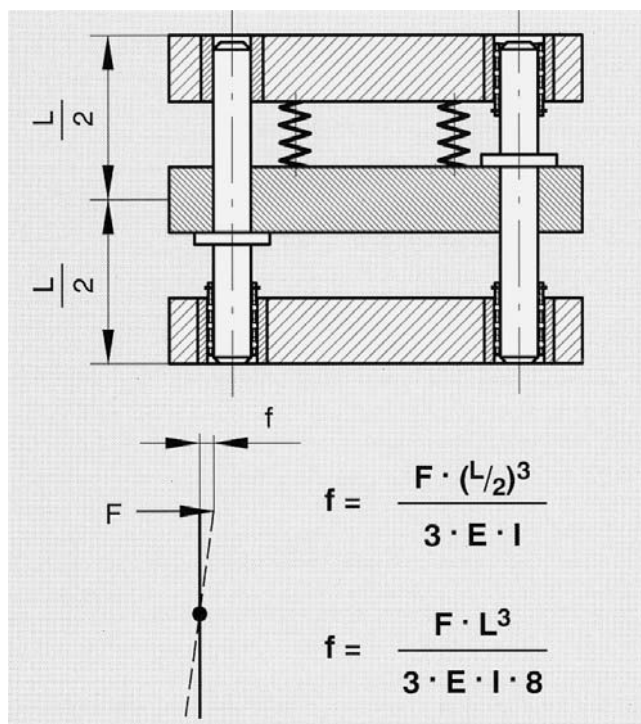
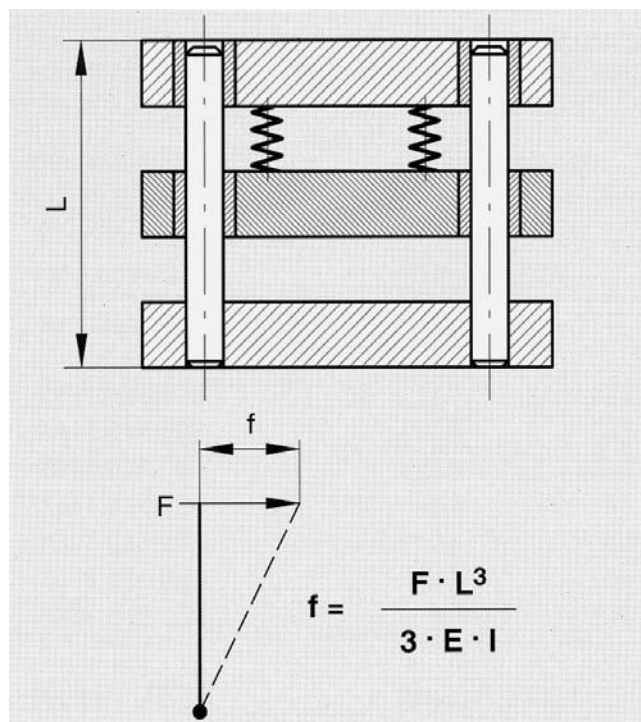
**Slika 3:** Obraba orodja po 100.000 do 125.000 gibih

Nova orodja so bila izdelana po novi konstrukciji z prednapetimi Agathonovimi krogličnimi vodili (slika 4). Ta izvedba omogoča minimalno režo med pestičem in matrico. V praksi se takšna konstrukcija največkrat uporablja pri sekundarnih vodilih.



**Slika 4:** Konstrukcija orodja z Agathonovimi prednapetimi vodili

Z vpetjem vodilnega stebra na sredini v vodilno ploščo je dosežena večja togost orodja (slika 5).



**Slika 5:** Povečana togost konstrukcije z vpetjem vodilnega stebra v sredini v vodilno ploščo

S tako konstrukcijo so bili dosežene naslednje izboljšave:

## **TOGA IN PRECIZNA VODILA – VEČJA PRODUKTIVNOST IN ŽIVLJENSKA DOBA ORODIJ**

Stefan NOBS, Marjan DOBOVŠEK

AGATHON, Solothurn, Švica, Vpenjalni sistemi d.o.o., Ljubljana, Slovenija

- ni več prihajalo do lomov pestičev in matrice
- višina brušenja pri ostrenju se je zmanjšala na 0,07 do 0,15 mm
- ponovno brušenje je bilo potrebno po 2.500.000 gibih!!!

### **6. ZAKLJUČEK**

Uporaba prednapetih vodil in konstrukcije z vodilnimi stebri vpetimi v sredini (Agathonova norma 6560) je v praksi pokazala vrsto prednosti. S tem se je močno povečala učinkovitost orodij – tudi več kot 20-krat. Povečala se je življenjska doba orodij. S tem se je število prekinitev proizvodnje, ki so potrebne zaradi vzdrževanja orodij, močno zmanjšalo. Tako preše več časa uporabimo za to, za kar so namenjene – **za štancanje!!**

Stroški pri izdelavi orodja in s tem njihova cena se z uporabo teh rešitev za nekaj odstotkov poveča. Celovita analiza stroškov proizvodnje pa pokaže, da se delež stroškov v izdelku, nastalih zaradi uporabe orodja, nekajkrat zmanjša.