

IZRADA NAVOJA VISOKE KVALITETE EKSCENTRIČNIM REZANJEM

A PRODUCTION OF THE THREADS WITH A HIGH QUALITY BY USING OF ECCENTRIC CUTTING METHOD

Danijel Šogorović, Ante Mišković
Fakultet strojarstva i računarstva
Mostar, BiH

REZIME

Izrada navoja se smatra jednom od težih operacija što se tiče preciznosti i postignute kvalitete.

Pored mnogobrojnih tehnologija, navoji se mogu izrađivati metodom ekscentričnog rezanja na univerzalnom tokarskom stroju primjenom naprave koja omogućava dodatno kretanje. Ova metoda spada u visokoproduktivne metode zbog svojih tehnoloških i ekonomskih efekata.

Kvaliteta izrade ekscentrično rezanih navoja primiče se kvaliteti izrade brušenih navoja, dok je vrijeme izrade u odnosu na klasičnu metodu rezanja navoja na tokarilici višestruko manje, jer se navoj izrađuje u jednom prolazu.

U radu su dani rezultati vlastitih dosadašnjih istraživanja u laboratorijskim uvjetima.

Ključne riječi: navoj, kvaliteta izrade, ekscentrično rezanje navoja

SUMMARY

A production of the threads is considered as one of the more difficult operations with regard to precision and quality achieved.

In addition to numerous technologies, the threads can be produced by using the eccentric cutting method at the universal lathe machine with a device for additional movement. This method is the high-productive method due to its technological and economic effects.

A production quality of threads produced by eccentric cutting is very similar to a production quality of threads produced by grinding, while the production time is much shorter in comparison with the production time for classical method of cutting threads on lathe because the threads with eccentric cutting are made by single passing.

This paper shows the present results of researches in laboratory conditions.

Keywords: thread, production quality, eccentric cutting of threads

1. UVOD

Izrada navoja se smatra jednom od težih operacija što se tiče preciznosti i postignute kvalitete, jer se uslijed popratnih pojava u zoni rezanja, kao što su habanje, generiranje toplinske energije, visoki specifični tlakovi te pojava grešaka. Zbog ovih pojava, režimi obrade su redovito višestruko blaži nego za druge operacije, što je dovelo do produženja trajanja operacija izrade navoja, a samim tim i do smanjenja proizvodnosti, uz zadržavanje kvalitete izrade navoja na istom nivou (ne dolazi do poboljšanja). Mnoga istraživanja idu u pravcu iznalaženja metoda za visokoproduktivno rezanje navoja.

U radu je dana jedna metoda visokoproduktivnog rezanja navoja koja se bazira na obradi tokarenjem glodačkom glavom – ekscentrično rezanje navoja na univerzalnom tokarskom stroju. Posebno su obrađeni kinematski odnosi, kao i utjecaji raznih parametara na kvalitetu izrade navoja koji su dani preko Ishikawa dijagrama. Na kraju je dan i izgled naprave za ekscentrično rezanje navoja na univerzalnoj tokarilici.

2. EKSCENTRIČNO REZANJE NAVOJA (ERN) - KINEMATIKA

Ekscentrično rezanje navoja je prvenstveno proces izrade navoja glodanjem [1]. Tijekom razrade zub za glodanje je zamijenjen s tokarskim nožem. Noževi su smješteni unutar "glave za rezanje". Ovisno o položaju radnog predmeta i rezne glave postoje dva načina izrade vanjskog navoja [2]: kada je radni predmet unutar rezne glave (češći slučaj) i kad je radni predmet izvan rezne glave.

Možemo definirati parametre [1, 3]:

d – promjer predmeta obrade (nazivni promjer navoja) [mm]

d_1 – unutarnji promjer navoja [mm]

D_3 – promjer rezne glave [mm]

e – ekscentricitet (udaljenost između osa radnog predmeta i rezne glave) [mm]

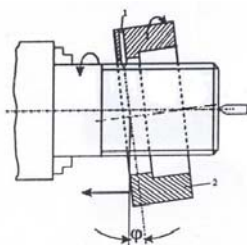
s_z – duljina luka na predmetu obrade koji reže jedan nož [mm]

z – broj noževa na reznoj glavi [kom]

n_p – broj obrtaja predmeta obrade [min^{-1}]

n_3 – broj obrtaja rezne glave [min^{-1}]

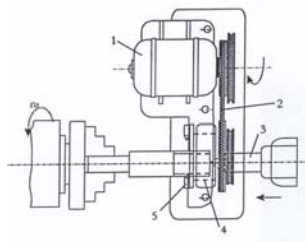
Prema literaturi odnos promjera se kreće u granicama: $D_3/d = 1,4 - 1,6$.



Slika 1. Princip ERN

1 – rezni nož

2 – rezna glava



Slika 2. Shema osiguranja kretanja kod ERN

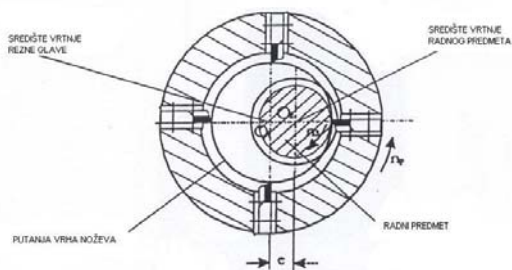
1 – elektromotor

4 – kućište ležaja

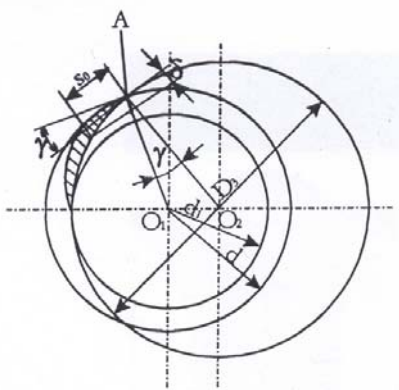
2 – klinasti remen

5 – rezna glava

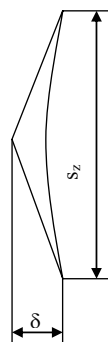
3 – šiljak



Slika 3. Kinematski odnosi kod ERN



Slika 4. Geometrijski odnosi kod ERN



Slika 5. Izgled strugotine kod ERN

Brzina rezne glave v_3 se kreće u rasponu od 140 m/min do 400 m/min u ovisnosti o materijalu predmeta obrade, vrste materijala noža, oblika i dimenzija profila koji se izrađuje i vrste sredstva za hlađenje i podmazivanje.

$$v_3 = \frac{D_3 \cdot n_3 \cdot \pi}{1000} \left[\frac{m}{min} \right] \quad v_3 = 140 - 400 \text{ [m/min]} \quad \dots (1)$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_3}{\pi \cdot D_3} \text{ [min}^{-1}] \quad \dots (2)$$

Duljinu luka s_z koju reže jedan nož možemo naći po obrascu

$$s_z = \frac{\pi \cdot d \cdot n_p}{z \cdot n_3} \text{ [mm]} \quad \dots (3)$$

i nalazi se u granicama od 0,4 – 1,2 mm/rez u ovisnosti o čvrstoći materijala predmeta obrade i bira se s pomoću sljedeće tablice 1.

Tablica 1. Duljina luka u ovisnosti o materijalu

| Vlačna čvrstoća materijala [N/mm ²] | R _m =550 | R _m =650 | R _m =750 | R _m =850 |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| s_z [mm/rez] | 1.0 – 1.2 | 0.8 – 1.0 | 0.6 – 0.8 | 0.4 – 0.6 |

Iz jednadžbe za s_z proizlaze sljedeće jednadžbe:

$$n_p = \frac{s_z \cdot n_3}{\pi \cdot d} \text{ [min}^{-1}] \quad \dots (4)$$

$$v_p = \frac{\pi \cdot d \cdot n_p}{1000} \text{ [m / min]} \quad \dots (5)$$

Posmak s pomoćnog kretanja jednak je koraku navoja koji se izrađuje.

Glavno vrijeme izrade navoja (vrijeme rezanja) se računa po obrascu:

$$t_g = \frac{L}{n_p \cdot s} \text{ [min]} \quad \dots (6)$$

gdje su:

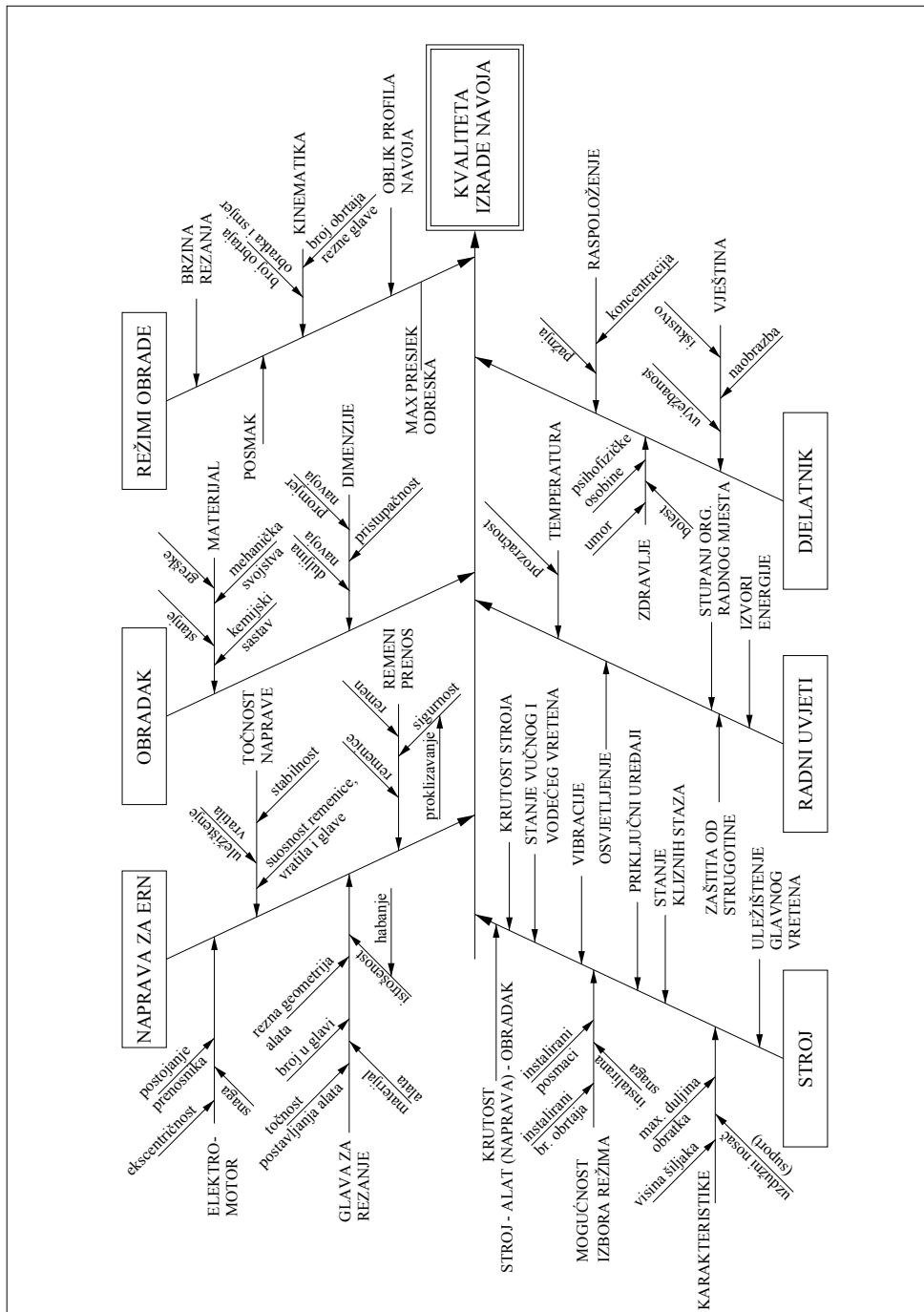
L – efektivna duljina navoja uvećana za prazan hod

s – korak navoja

n_p – broj obrtaja radnog predmeta

3. PRIKAZ UTJECAJNIH FAKTORA NA KVALITETU IZRADE NAVOJA

Utjecajni faktori na kvalitetu izrade navoja metodom ekscentričnog rezanja na tokarilici su prikazani preko Ishikawa dijagrama.



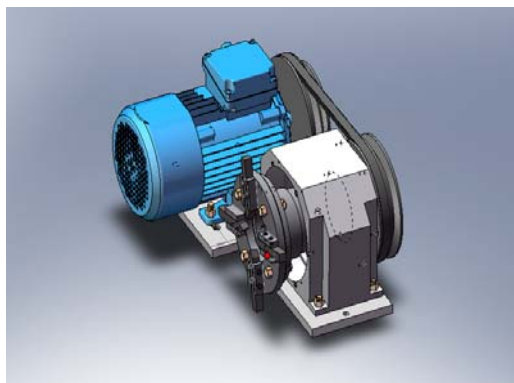
Slika 6. Ishikawa dijagram

S dijagrama možemo zaključiti da su glavni parametri kvalitete izrade navoja visokoproduktivnom obradom ekscentričnim rezanjem [4]: naprava za ekscentrično rezanje, stroj, režimi obrade, materijal obratka, radni uvjeti u kojima se odvija obrada, kao i djelatnik koji vrši izradu navoja. Svaki od ovih glavnih parametara ima i svoje elementarne parametre na koje treba djelovati s ciljem poboljšanja kvalitete izrade.

Najlakše je i najjeftinije je pratiti koji od glavnih parametara, odnosno njegovih elementarnih parametara je najveći uzročnik loše kvalitete te najprije djelovati na otklanjanju njegovog utjecaja. Zatim treba otkloniti postupno sve ostale redom po važnosti.

4. PRIKAZ NAPRAVE ZA EKSCENTRIČNO REZANJE NAVOJA

Naprava za ekscentrično rezanje navoja s glavnim dijelovima prikazana je na slici 1., dok je u daljem radu dan opis naprave za rezanje vanjskih navoja maksimalnog nazivnog promjera 65 mm.



Slika 7. Naprava za ekscentrično rezanje navoja



Slika 8. Izgled dobivenog navoja u preliminarnim istraživanjima

Rezna glava u kojoj su radijalno postavljeni noževi vrši obrtno kretanje relativno velikim brojem obrtaja o kojem bitno ovisi i kvaliteta obrađene površine navoja.

Istovremeno, prilikom rezanja navoja, rezna glava mora izvoditi pomoćno pravolinijsko kretanje usklađeno s korakom navoja na način da za jedan obrtaj radnog predmeta, rezna glava se pomjeri uzdužno za veličinu koraka navoja. Jasno je da radni predmet mora vršiti lagano obrtno kretanje (brzina cca 5m/min).

Translatorno kretanje rezne glave, odnosno cijele naprave koja je pričvršćena na nosač omogućeno je zahvaljujući činjenici da je naprava montirana na nosač alata.

Prijenos snage i obrtnog momenta vrši se preko sustava od dvije remenice i klinastog remena. Konstrukcijska izvedba je takva da se mogu postići dva broja obrtaja rezne glave. U konkretnom slučaju, postižu se brzine rezanja 220 m/min i 360 m/min.

Konstrukcijska izvedba naprave za rezanje vanjskih navoja metodom ekscentričnog rezanja limitirana je karakteristikama univerzalnog tokarskog stroja za koji se konstruira, odnosno visinom šiljka i rastojanjem ose tokarilice i poprečnog klizača s kojeg je skinut obrtni klizač. Ovdje je konstruirana naprava za univerzalni tokarski stroj TNP-200 Prvomajska Zagreb.

Konstrukcija naprave će poslužiti u svrhu ispitivanja procesa izrade navoja metodom ekscentričnog rezanja navoja na univerzalnom tokarskom stroju.

Kao alat za rezanje može se koristiti brzorezni čelik, kao i pločice od tvrdog metala. Alat se stavlja u posebne žlijebove na reznoj glavi i priteže se s dva vijka bez glave s navojem M8. Maksimalni presjek noža (držača) je predviđen 20×20 mm.

Dovođenje vrhova noževa na traženi promjer (centriranje) se vrši pomoću trna određenog promjera, što ovisi o navoju koji se izrađuje.

Zakretanje rezne glave za kut uspona navoja φ osigurano je zakretanjem cijele naprave preko otvora u nosaču naprave i vijcima koji se postavljaju u T-žlijebove na poprečnom klizaču i kojima se vrši pritezanje naprave pod određenim kutom.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovi iznijetog može se zaključiti:

- Navoji visoke kvalitete se mogu izrađivati metodom ekscentričnog rezanja na univerzalnom tokarskom stroju primjenom naprave koja omogućava dodatno kretanje i spada u visokoproduktivne metode.
- Kvaliteta izrade ekscentrično rezanih navoja primiče se kvaliteti izrade brušenih navoja, dok je vrijeme izrade u odnosu na klasičnu metodu rezanja navoja na tokarilici višestruko manje, jer se navoj izrađuje u jednom prolazu.
- Postizanje visoke kvalitete navoja uvjetovano je: izborom odgovarajućeg alata (s definiranom geometrijom), izborom optimalnih režima obrade, postizanjem točnih kinematskih i geometrijskih odnosa, krutosti stroja, kao i krutosti sustava stroj-alat (naprava)-obradak, smanjenjem vibracija, kao i nizom drugih faktora.
- Ispitivanje i utvrđivanje novih utjecajnih faktora na kvalitetu izrade navoja metodom ekscentričnog rezanja na univerzalnoj tokarilici je stalan proces i potrebno je otklanjati uzroke loše kvalitete kako bi se lako prešlo u osiguranje kvalitete.

6. LITERATURA

- [1] Mišković, A.: A Description of High-Productive Method for Screw Cutting on Lathe, CIM'99, Lumbarda, 1999.
- [2] Šavar, Š.: Obrada odvajanjem čestica 2, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- [3] Mišković, A., Šogorović, D.: A Description of High – Productive Method for Thread Cutting on Lathe, TMT-2008, Istanbul, 2008.
- [4] Šogorović, D., Mišković, A.: Poboljšanje kvalitete izrade navoja kod visokoučinske obrade navoja ekscentričnim rezanjem, 6. Naučno-stručni skup „Kvalitet 2009“, Neum, 2009.