

ODREĐIVANJE PARAMETARA REZANJA PRI IZRADI TELA VENTILA VISOKOG PRITISKA

DETERMINATION OF MACHINING PARAMETERS DURING MANUFACTURING HIGH-PRESSURE VALVE BODY

Nikola Grdić, Borislav Savković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada prikazana je kompletna tehnologija obrade sa izabranim parametrima kod obrade vrlo složenog komada od nerđajućeg čelika i osvrt na najznačajnije probleme u svim operacijama, kao i rešenje svih problema obrade rezanjem sa inovativnim zahvatima procesa rezanja.

Ključne reči: Tehnologija obrade rezanjem, obrada nerđajućeg čelika, parametri obrade, inovacija procesa obrade

Abstract – This paper present the complete processing technology with selected parameters for processing a very complex piece of stainless steel and a review of the most significant problems in all operations, as well as the solution of all cutting processing problems with innovative cutting process interventions.

Keywords: Cutting processing technology, stainless steel processing, processing parameters, innovative cutting process

1. UVOD

Obrada materijala skidanjem strugotine je jedan od najvažnijih proizvodnih procesa u savremenoj industriji. Ova grupa metoda obrade na svetskom tržištu učestvuje sa oko 70% od ukupnih proizvodnih procesa. Taj procenat dosta govori koliko je važan proces obrade skidanjem strugotine.

Nove generacije proizvodnih sistema sa kraja 20. i početkom 21. veka treba da poseduju sledeće karakteristike [1]:

- Fleksibilnost;
- Integrabilnost;
- Koordinaciju;
- Inteligenciju.

Od fabrike XXI veka očekuje se da bude sposobna da blagovremeno reaguje na sve promene koje nastaju u relativno kratkom vremenu. Da ima organizacionu fleksibilnost koja omogućava prilagođavanje raspoloživim resursima, zahtevima tržišta i ostvarivanju povoljnih efekata.

Savremeno tržište zahteva visoko kvalitetne proizvode, proizvedene za što kraće vreme i što je moguće jeftinije. Zbog toga kompanije moraju biti spremne da ispoštuju ove zahteve tržišta da bi bile konkurentne i uspešne. Da bi ovo postigla, industrija se bazira na skraćanju vremena projektovanja i proizvodnje [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Borislav Savkovic, vanr. prof.

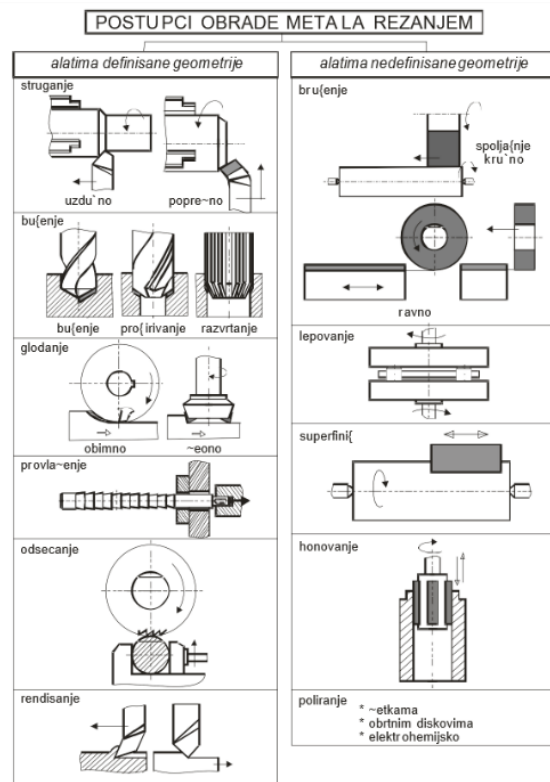
U oblasti tehnologije obrade skidanjem strugotine, akcentat se stavlja skraćanju pomoćnih i glavnih vremena [1].

2. OBRADA METALA REZANJEM

Postupci obrade metala rezanjem su postupci oblikovanja (promene oblika, dimenzija, hrapavosti obrađene površine i karakteristika površinskog sloja) uklanjanjem viška materijala mehaničkim dejstvom reznog alata na predmet obrade. Najčešće se razvrstavaju na postupke [2]:

- Prethodne - grube obrade;
- Završne - fine obrade.

Postupci prethodne obrade (struganje, bušenje, glodanje, rendisanje ...) imaju, prvenstveno cilj da uklone što veću količinu materijala. Postupcima završne obrade (razvrtanje, provlačenje, brušenje, honovanje, lepovanje ...) se ostvaruje zahtevani kvalitet obrade (tačnost i kvalitet obrađene površine). Osnovni postupci obrade materijala rezanjem su: struganje, bušenje, glodanje, testerisanje (odsecanje), rendisanje, provlačenje, brušenje i glačanje (lepovanje, superfiniš, honovanje i poliranje) [2].



Slika 1. Postupci obrade metala rezanjem [2]

3. TEHNOLOŠKE OSOBINE I OBRADIVOST MATERIJALA

Pod pojmom apsolutne obradivosti materijala se podrazumeva skup analitičkih izraza koji opisuju propratne pojave u zoni rezanja ispitivanog materijala. Pod pojmom relativne obradivosti podrazumeva se poređenje stanja obrade nekog materijala s poznatim etalonskim materijalom. Obradivost materijala je veoma važna u industriji prerade metala rezanjem.

Od nje zavisi brzina rezanja, troškovi potrošnje alata, traženi kvalitet obrađene površine i drugo. Uopšteno se obradivost materijala može definisati kao njegova sposobnost da se može obrađivati skidanjem materijala.

Bolju obradivost ima materijal [3]:

- koji se određenim alatom obrađuje većim brzinama rezanja,
- koji se obrađuje uz što manje sile rezanja,
- kod kojeg je vek trajanja alata što duži,
- kod kojeg se dobija strugotina što povoljnijeg oblika,
- kod kojeg se postiže što bolji kvalitet obrađene površine,
- koji pri obradi ne uzrokuje visoku radnu temperaturu,
- i drugi manje važni kriterijumi.

4. OBRADIVOST I KARAKTERISTIKE NERĐAJUĆEG ČELIKA

4.1 Austenitni nerđajući čelici

Ovi tipovi imaju visoku čvrstoću, u hladnom radnom stanju njihova čvrstoća ima tendenciju da izazove brzo habanje alata. Njegova duktilnost je dovoljna da izazove stvaranje dugih strugotina koje imaju tendenciju da se zalepe na alat. To može rezultovati formiranjem sloja na ivici alata (fenomen naslage) koji može povećati opterećenje rezanja alat i kao posledicu ima rizik od loma alata. Zbog toga su velika opterećenja rezanja, što dovodi do brzog trošenja alata, sa rizikom od loma zbog oštećenja oštrica. Provodljivost ovih legura je oko tri puta niža nego kod običnih ugljeničnih čelika što dovodi do visokih temperatura koje smanjuju vek trajanja alata. Iz ovih razloga, austenitne klase namenjene za obradu uopšteno imaju kontrolisan sadržaj sumpora između 0,15 i 0,35%. U zavisnosti od predviđene primene, odnosno od zahtevanih svojstava usluga, zajedno sa uslovima realizacije, razvijene su brojne druge legure sa posebnim kombinacijama osobina [4].

5. ALATNI MATERIJAL ZA OBRADU TEŠKO OBRADIVIH ČELIKA

Odgovarajući izbor alata je od najveće važnosti za mašinsku obradu nerđajućeg čelika i direktno određuje produktivnost. Četiri različite kategorije od materijala mogu se razlikovati [4]:

- Obloženi i nepresvučeni brzorezni čelici
- (HSS);
- Obloženi karbidni umeci;
- Kermeti;
- Keramika, umetci ojačani silikonskim vlaknima.

Uopšteno se koriste brzorezni čelici za bušenje i narezivanje navoja, dok umetci obloženi karbidom se koriste za struganje i glodanje nerđajućih čelika pri višem rezanju brzina. Premazi koji se najčešće koriste su napravljeni od titanijum nitrida (TiN), titan karbonitrida $\{Ti(C,N)\}$ i aluminijum oksida (Al₂O₃).

Premazi se mogu nanositi pomoću dva procesa:

- Fizičko taloženje pare (PVD);
- Hemijsko taloženje pare (CVD).

5.1 Izbor alata i režima obrade

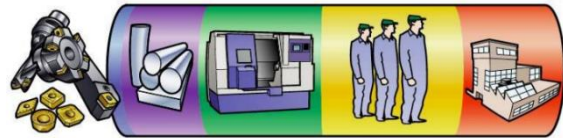
Ekonomičnost i produktivnost mašinske obrade razlikuje dva tipa troškova:

- Varijabilni troškovi

Troškovi nastali u procesu proizvodnje: rezni alati, potrošni materijal (3%), materijal radnih komada (17%)

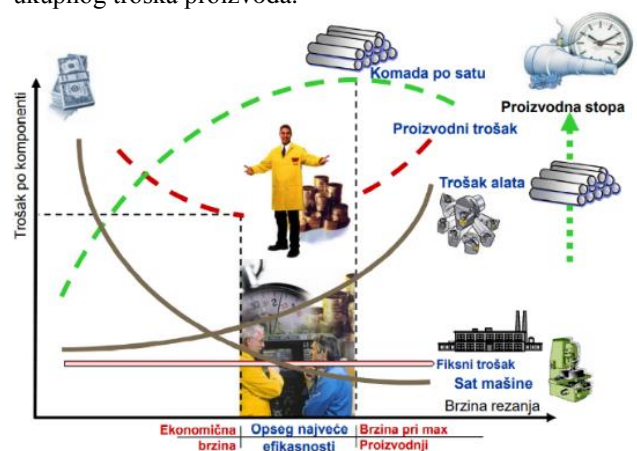
- Fiksni troškovi

Prateći troškovi: mašine i pribori (27%), ljudstvo (31%), aneksi, administracija itd. (22%)



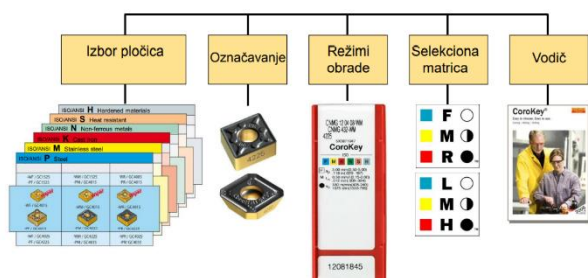
Slika 2. Ilustrativni prikaz troškova mašinske obrade [5]

Prikaz dijagrama troškova po komponenti u odnosu na brzinu rezanja kao jednog od najznačajnijih faktora ukupnog troška proizvoda.



Slika 3. Zavisnost brzine rezanja i troškova [5]

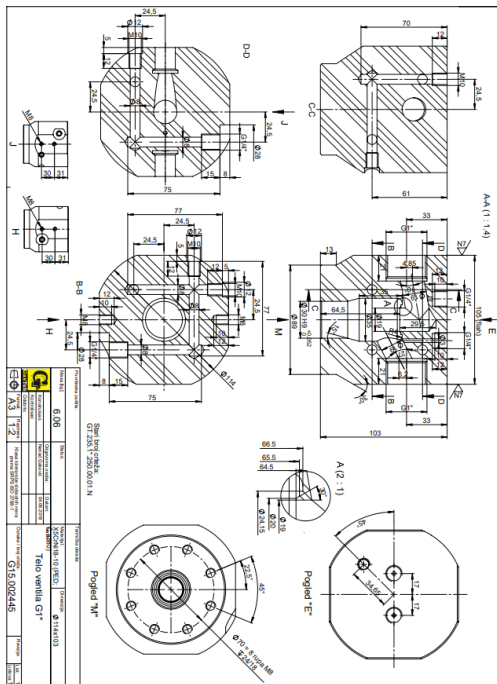
Procedura izbora alata i režima u ilustrovanom primeru proizvođača Sandvik-Coromant kao jednom od vodećim kompanija u proizvodnji reznog alata.



Slika 4. Izbor pločice za rezanje i režima obrade [5]

6. PARAMETRI I TEHNOLOGIJA OBRADJE TELA VENTILA VISOKOG PRITISKA

Radionički crtež

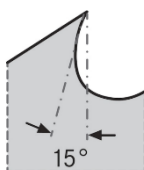


Na osnovu sadržaja tehnološkog procesa formira se "Tehnološka lista" razradjena po svim operacijama obrade uključujući i međukontrolu, kontrolu i ispitivanje. Tehnološka lista definiše sve potrebne informacije za izradu bilo kog komada. Definisani su materijal i masa priprema, dimenzije priprema, interne oznake, nazive i šifre pozicije. Takođe definiše i radno mesto, opis operacije i broj programa, potrebne merne pribore i vreme izrade po svakoj operaciji. Iz tehnološke liste se takođe vidi gde je smešten pribor za određenu operaciju.

6.1 Tehnologija i parametri obrade NC sečenja

Zbog čestog ponavljanja serije komada blokadnog mehanizma visokog pritiska, priprema se dobija iz šipkastog materijala od nerđajućeg čelika X5CrNi18-10 prečnika Ø120. Zbog veličine prečnika, broja komada, karakteristika obrade nerđajućeg čelika, komadi se seku na NC testeri.

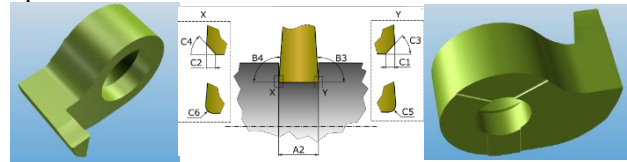
Za odsecanje punih materijala nerđajućeg čelika u praksi su se najbolje pokazali listovi za CNC testeru sa visokoproduktivnim umetkom Visokoproduktivan list sa geometrijom brušenog zuba, optimizovan za dug radni vek alata na visokoproduktivnim trakastim testerama. Izuzetno pozitivna geometrija zuba obezbeđuje optimalnu produktivnost rezanja materijala karakteristika nerđajućih čelika. Ranije korišćen umetak je od 0°, daljom analizom utvđeno je da umetak od 15° daje mnogo bolju postojanost uz bolje parametre.



Slika 5. Konstruisani umetak bimetalne testera

6.2 Tehnologija i parametri obrade CNC struganja

Fino struganje dizne u nerđajućem čeliku u ovoj uzanoj zoni rezanja zahteva i povoljne geometrijske karakteristike reznog alata, dobro hlađenje i obezbeđivanje odvođenja strugotine iz procesa rezanja. Inovacija u procesu obrade jesu nosači napravljeni od tvrdog metala i pločica od tvrdog metala, time se smanjuju vibracije što je jako bitno kod pločica malih veličina jer one ne trpe oscilacije u procesu obrade.



Slika 6. Izbor adekvatne pločice i parametara rezanja [6]

Prilikom obrade struganjem zahvaljujući geometriji pločice gore prikazanoj na slici, odvija se proces rezanja koji obezbeđuje male otpore rezanja, a time i povećanje postojanosti alata. Ključna stvar kod tehnologije izrade jeste u odvođenju strugotine iz zone rezanja, do god se strugotina ne zadržava u toj zoni imaćemo stabilniji proces rezanja, bolji kvalitet i postojanost. Brzina rezanja u ovim uslovima iznosi 60 m/min i 0,05 mm/o.



Slika 7. Nosač, prikaz dizne i tipa obrade struganjem [6]

6.3 Tehnologija i parametri obrade NC sečenja

Posebnu pažnju treba napomenuti kod bušenja otvora pod uglom u ovoj operaciji, nekada bilo je nezamislivo bušiti burgijom u "čošak", a da se prethodno ne poravna čelo gde treba da bušimo rupu ili otvor. Ovaj zahvat ispod moguć je sa istim prethodno pomenutim tipom burgija sa pločicama od tvrdog metala.



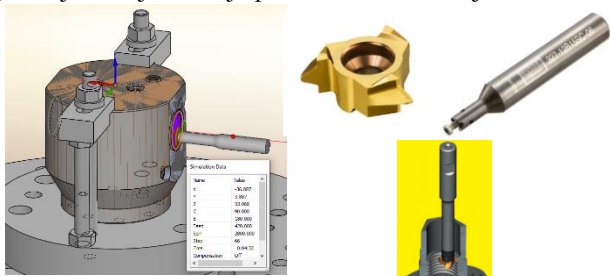
Slika 8. Operacija izrade otvora po uglom i prikaz alata [7]

Brzina rezanja burgije sa pločicama Ø19 je 143 m/min uz pomak od 0,05 po zubu. Režimi obrade su uzeti u srednjoj vrednosti preporuke proizvođača. Karakteristično za ovaj zahvat je korišćenje ciklusa bušenja po 1mm uz vraćanje na sigurnosnu poziciju i vreme čekanja izduvavanja strugotine iz otvora. Vreme izrade Ø19 kose rupe u nerđajućem čeliku iznosi 3 minuta i 04 sekunde.

Poslednji zahvat u ovoj operaciji je izrada navoja G1", kako su navoji sami za sebe nauka, tako može biti i njihova izrada zadati dosta problema, pogotovo u nerđajućem čeliku. Prvenstveno ovaj navoj izrađen je sa HSS mašinskim ureznikom, gde je dolazilo do kidanja

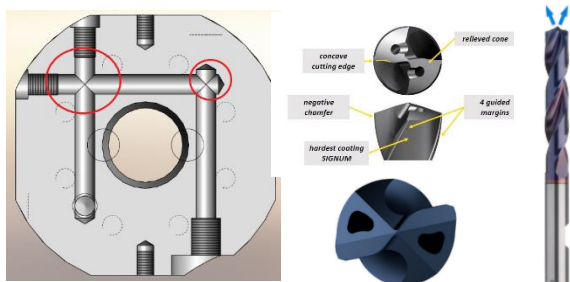
navoja, lepljenja materijala za alat i izrada lošeg navoja. Naredni korak je bilo urezivanje sa ručnim ureznicima.

Problem kod ručnog urezivanja jeste dodatna operacija zbog kojeg se produžava vreme izrade komada, kao i veliki fizički napor zbog velikog prečnika HSS ureznika i velikih otpora rezanja u nerđajućem čeliku. Uvođenjem glodanja navoja rešen je problem izrade navoja.



Slika 8. Izrada navoja G1" glodanjem uz prikaz alata [7]

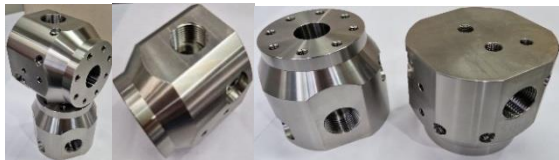
Pored problema temperatura, dubokog bušenja, nastaje problem ukrštanja rupa prilikom dubokog bušenja, na označenim mestima na slici ispod dolazi do nakupljanja strugotine i loma burgije.



Slika 9. Duboko bušenje, izbor parametara i prikaz alata [8]

Geometrija alata pogodna za ovu vrstu dubokog bušenja u nerđajućem čeliku je ima 4 fazete koje daju dodatnu stabilnost, ugao od 135° koji omogućuje da burgija ostane u svom centru, negativnu oborenu ivicu koja daje dodatnu izdržljivost, polirani rezni ceo smanjuje unos toplote u alat jer se smanjuje trenje i toplota brže odlazi i konkavnu rezu ivicu sa ojačanom prevlakom.

Odvođenje strugotine kao jedan od najbitnijih faktora kod dubokog bušenja poboljšava se sa hlađenjem kroz telo burgije, hlađenje se izvodi pod visokim pritiskom i pomaže burgiji da odvodi strugotinu iz nepovoljne zone rezanja koja oštećuje i rezu ivicu i fazete. Slika 10. ispod prikazuje izrađeno Telo ventila u realnosti.



Slika 10. Telo ventila visokog pritiska

7. ZAKLJUČAK

Savremeno tržište zahteva stalno praćenje trenda razvoja tehnologije i alata za obradu rezanjem iz više razloga, a neki od njih su:

- Produktivnost
- Optimizacija

- Dobit
 - Inovacija
 - Konkurentost na tržištu itd.

Pre početka svakog rada, tako i pri analizi i projektovanju potrebno je sagledati prednosti i nedostatke koje se mogu desiti novim tehnološkim idejnim rešenjem.

Analiza parametara obrade i tehnologije donosi dobrobit preduzeću jer daje jasan uvid na trenutnu situaciju troškova izrade nekog proizvoda, a njenim razvojem mogu se postići znatne prednosti, kao što je prikazano u primerima. Izborom adekvatnog rešenja, podešavanjem parametara na određenoj mašini sa što adekvatnijim izborom tehnologije omogućava se produktivnija obrada, niža cena izrade a time i niz benefita za neku kompaniju. Imajući više varijanti idejnog rešenja tehnologije i više varijanti odabira alata, podešavanjem parametara obrade za svako rešenje lako se sagledavaju prednosti i nedostaci. Eliminisanjem neadekvatnog rešenja sve smo bliže pravom rešenju.

8. LITERATURA

- [1] Zeljković M., Tabaković S., Živković A.: CAD/CEA/CAM i CIM sistemi/ Autorizovani rukopis predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015/2016
- [2] Kovač P., Milikić D.: Rezanje metala, univerzitetski udžbenik, Fakultet Tehničkih nauka, 1998.
- [3] Kovač P., Milikić D., Gostimirović M., Savković B., Sekulić M.: Tehnologija obrade rezanjem, zbirke rešenih zadataka, Univerzitet u Novom Sadu, 2013.
- [4] Nedić, B., Lazić M.: Obrada metala rezanjem, Mašinski fakultet- Kragujevac, Stanić, J., Teorija procesa obrade I, Mašinski fakultet, Beograd, 1995
- [5] http://www.dpm.ftn.uns.ac.rs/predmeti/Projektovanje%20tehnoloskih%20procesu/PTP_Vezba7.pdf pristupljeno 5.10.22
- [6] https://www.phorn.co.uk/fileadmin/user_upload/media/PDF/2015_Catalogue_Sub-Sections_EN/2015_Super-Mini_Catalogue_Chapters/Supermini_catalogue_chapters_1_06_107_108_10P_111_11P_114_116_18P.pdf pristupljeno 03.10.22
- [7] https://www.sandvik.coromant.com/en-us/products/corodril_880/pages/how-to-use.aspx pristupljeno 05.10.22
- [8] <https://www.guhring.com/ProductsServices/ViewProductLine/RT-100-XF> pristupljeno 2.10.22

Kratka biografija



Nikola Grdić rođen je u Vrbasu 1990. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. godine. Zasnovaio je radni odnos u kompaniji Gasteh u kojoj je napredovao od radnog mesta inženjera-tehnologa do mesta rukovodioca sektora tehnologije.



Borislav Savković rođen je u Novom Sadu 1982. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2015. god. Autor je jednog univerzitetskog udžbenika i preko 100 naučnih radova. Oblast interesovanja su procesi obrade skidanjem materijala, simulacije kao i ekološko tehnološki sistemi.