



UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET
PODGORICA



81000 Podgorica, Džordža Vašingtona bb, Žiro račun broj: 510-154-63, tel: +382 20 245 003,
Web : www.ucg.ac.me/mf, Mail: mf@ucg.ac.me

Broj: 154911
Podgorica, 23.09.2020.godine

UNIVERZITET CRNE GORE
Odbor za doktorske studije

Poštovani,

Shodno odredbama Vodića za doktorske studije u prilogu akta Vam dostavljamo Odluku o usvajanju Izveštaja Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata mr Ramiza Kurbegovića, koju je usvojilo Vijeće Mašinskog fakulteta u Podgorici, na sjednici koja je održana, 23.09.2020. godine.

U prilogu dostavljamo prateću dokumentaciju.

S poštovanjem,

DEKAN
Prof. dr. Igor Vušanović



UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET PODGORICA

Broj: 1599

Podgorica, 23.09.2020. godine

Na osnovu člana 64. Statuta Univerziteta Crne Gore (Bilten UCG br. 337 – posebno izdanje od 13. Februara 2015.godine), Izvještaja Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata i Komisije za doktorske studije MF, Vijeće Mašinskog fakulteta u Podgorici, na sjednici održanoj 23.09.2020. godine, donijelo je sljedeću

ODLUKU

I Usvaja se Izvještaj Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze pod nazivom: „Istraživanje parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom“ kandidata mr Ramiza Kurbegovića i odobrava izrada doktorske teze pod navedenim nazivom, imenovanom kandidatu.

II Odluku o prihvatanju podobnosti doktorske teze i kandidata donosi Senat, na predlog Odbora za doktorske studije.

Obrazloženje

Nakon što je doktorand podnio prijavu teme doktorske disertacije, Vijeće Fakulteta je konstatovalo da tema formalno ispunjava uslove za prijavu teme i predložilo Komisiju za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata pod nazivom: „Istraživanje parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom“, nakon čega je Senat, na sjednici od 26.06.2020. godine imenovao Komisiju za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata, u sastavu: prof. dr Milan Vukčević, prof. dr Mileta Janjić i prof. dr Darko Bajić.

Doktorand mr Ramiz Kurbegović je potom 9.07.2020. godine, javno prezentovao polazna istraživanja doktorske disertacije, o čemu je Komisija za doktorske studije obavijestila javnost preko sajta MF i sajta UCG.

Komisija za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata je podnijela izvještaj 23.07.2020. godine, nakon čega je isti, na predlog Komisije za doktorske studije MF, Vijeće fakulteta usvojilo, na sjednici održanoj 23.09.2020.godine.

Na osnovu naprijed iznijetog odlučeno je kao u dispozitivu Odluke.

DODSTAVLJENO:

- Odbor za doktorske studije
- St.sluzba
- Sekretaru
- a/a

DEKAN,
Prof. dr. Zoran Vušanović





OCJENA PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	Mr Ramiz Kurbegović
Fakultet	Mašinski
Studijski program	Mašinstvo
Broj indeksa	06/18
Podaci o magistarskom radu	„The optimization of the laser welding process parameters via Taguchi method and linear regression analysis“, Metalurgija, Univerzitet za nauku i tehnologije „MISiS“, Fakultet za ekološki prihvatljive tehnologije i inženjering, 2017, 9,56/10.
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	Istraživanje parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom
Na engleskom jeziku	Investigation of Abrasive Water Jet Machining Parameters
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća organizacione jedinice	25.05.2020.
Naučna oblast doktorske disertacije	Proizvodno mašinstvo
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Mašinski fakultet	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
<p>Javna odbrana polaznih istraživanja organizovana je 09.07.2020. godine na Mašinskom fakultetu Univerziteta Crne Gore. Kandidat je vrlo uspješno obrazložio izbor teme i zaključke do kojih je došao nakon realizovanih polaznih istraživanja. Tom prilikom kandidat je prezentovao plan istraživanja za potrebe doktorske disertacije sa posebnim akcentom na ciljeve i hipoteze postavljene u disertaciji, zatim metodološke postupke kao i očekivani naučni doprinos. Nakon prezentacije uslijedila je diskusija sa članovima Komisije, tokom koje su svi članovi dali komentare, postavljali pitanja i dali sugestije u vezi sa budućim radom na disertaciji.</p>	
B. OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE	
B1. Obrazloženje teme	
<p>Sa razvojem novih materijala istovremeno se javila i potreba za razvojem novih postupaka obrade jer konvencionalni postupci obrade nisu davali zadovoljavajuće rezultate pri obradi ovih materijala. Pod nekonvencionalnim postupcima obrade materijala podrazumjevaju se postupci koji se odvijaju pri upotrebi velike koncentrisane energije proizvedene hemijskim, termičkim ili fizičkim-erozionim putem. Od svih nekonvencionalnih postupaka obrade najširu primjenu imaju obrade elektroerozijom, plazmom i laserom.</p>	

dvadesetog vijeka. U SAD ova vrsta obrade je prvo korišćena u rudnicima na iskopavanju zlata. Otprilike u isto vrijeme je započeto korišćenje ove metode u Rusiji, takođe u rudnicima, na iskopavanju uglja. Krajem 60- tih godina prošlog vijeka R. Franz sa Univerziteta u Mičigenu, započeo je ispitivanje sječenja drveta vodenim mlazom velike brzine. Ideju je dobio kada je posmatrao način detektovanja curenja pare iz kotlova. Do prve komercijalne upotrebe vodenog mlaza došlo je 1972. godine. Mc Cartney Manufacturing Company, proizvođač prve mašine za obradu vodenim mlazom, je instalirana u fabrici papira Alton Boxboard u Altonu, Ilinoja. Od tada se vodeni mlaz visokog pritiska sve više koristi za obradu mekih materijala.

Dalja istraživanja su dovela do otkrića abrazivnog vodenog mlaza 1980. godine i njegove prve komercijalne primjene 1983. godine. Dodatkom abraziva u vodeni mlaz znatno se proširio spektar materijala koji se mogu na ovaj način obrađivati. Takođe je omogućena i veća brzina obrade, veća tačnost obrade i bolji kvalitet obrađene površine.

Ranih 1990-tih, John Olsen je započeo istraživanje koncepta obrade vodenim mlazom i obrade abrazivnim vodenim mlazom. Najveću pažnju je posvetio konstruisanju, unaprijeđenju i proizvodnji pumpi visokog pritiska za potrebe obrade abrazivnim vodenim mlazom. Takođe, Olsen je razvio i prvi specijalizovani softver za kontrolu procesa obrade abrazivnim vodenim mlazom.

Obrada abrazivnim vodenim mlazom je nekonvencionalni postupak obrade novijeg datuma, koji je za sada malo istražen, ali ima sve veću primenu u industriji. Obrada abrazivnim vodenim mlazom je veoma efikasna metoda za konturno sečenje različitih vrsta materijala.

Obrada abrazivnim vodenim mlazom je superiorna u odnosu na slične postupke obrade kada je u pitanju izrada dijelova koji imaju složenu 2D/3D formu. Ova prednost još više dolazi do izražaja kada je u pitanju obrada tankih limova i folija, kao i to da se ovim postupkom praktično mogu seći skoro sve vrste materijala bez obzira da li se radi o krtim ili žilavim materijalima. Velika prednost ovog postupka obrade je činjenica da u zoni obrade ne dolazi do značajnog porasta temperature, i da su sile rezanja veoma male (1).

Od početka komercijalne upotrebe postupka obrade abrazivnim vodenim mlazom, do danas, izvršen je relativno veliki broj istraživanja koja su imala za cilj da objasne postupak obrade abrazivnim vodenim mlazom (2). Međutim još uvek postoje mnogi aspekti ove tehnologije koji nisu objašnjeni. Jedan od veoma malo istraženih aspekata je 3D geometrija reza pri rezanju abrazivnim vodenim mlazom. Kada je kvalitet obrađene površine (hrapavost obrađene površine i 2D geometrija reza) u pitanju, istraživanja u ovoj oblasti su značajnija, ali se opet mali broj istraživanja bavio definisanjem uticaja režima obrade na kvalitet obrade.

Istraživanje parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom je aktuelna tema. Značaj istraživanja parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom, je višestruk i multidiscipliniran i njegovim proučavanjem bi se došlo do novih saznanja koja mogu da imaju uticaja na primjenu u industriji i postizanju većeg kvaliteta i produktivnosti pri obradi u odnosu na druge konkurentne tehnologije.

Rezultati predloženih istraživanja procesa obrade abrazivnim vodenim mlazom, doprinijeće ne samo boljem razumijevanju analiziranog procesa, već je realno očekivati da će ti rezultati u znatnoj mjeri unaprijediti i sam proces obrade i dovesti do efikasnijih i produktivnijih rješenja.

Rezultati istraživanja će biti, prema predviđanjima, objavljeni u nekoliko međunarodnih časopisa sa SCI liste, kao i prezentirani na više međunarodnih naučnih konferencija.

B2. Cilj i hipoteze

Ciljevi istraživanja parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom su:

- sistematizacija teorijskih znanja o međuzavisnosti tehnoloških parametara procesa obrade abrazivnim vodenim mlazom,

- istraživanje tehnoloških parametara procesa obrade abrazivnim vodenim mlazom

čelike AISI M2 i AISI D2 i

- optimizacija ulaznih parametara abrazivnog vodenog mlaza na kvalitativne i kvantitativne karakteristike reza.

Na osnovu postavljenih ciljeva postavljene su sledeće hipoteze:

- H1: Tehnološki parametri procesa obrade abrazivnim vodenim mlazom utiču na kvalitativne i kvantitativne karakteristike obrade.
- H2: Mehaničke karakteristike materijala koji se obrađuje utiču na kvalitativne i kvantitativne karakteristike obrade.
- H3: Odstupanje abrazivnog vodenog mlaza od svoje idealne upravne linije utiče na kvalitativne i kvantitativne karakteristike obrade abrazivnim vodenim mlazom.
- H4: Optimizacija ulaznih parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom obezbeđuje tražene kvalitativne i kvantitativne karakteristike obrade.
- H5: Efikasnost obrade se mijenja pri različitim napadnim uglovima obrade.

B3. Metode i plan istraživanja

Analiza uticaja vode, električne energije i abraziva na cijenu koštanja obrade abrazivnim vodenim mlazom će biti iskorišćen za određivanje matematičkog modela i optimizaciju kvantitativnih karakteristika koje će opisati međuzavisnost i odnos produktivnosti obrade i same cijene koštanja obrade abrazivnim vodenim mlazom, tj. najbolji odnos uloženo i dobijenog.

Glavna istraživanja će uključiti i određivanje uticaja tehnoloških karakteristika obrade (radni pritisak, brzina kretanja rezne glave, protok abraziva, rastojanje rezne glave od obradnog materijala) i mehaničkih karakteristika materijala (moduo elastičnosti i tvrdoća) AISI M2 alatnog čelika u poboljšanom stanju, AISI D2 alatnog čelik u poboljšanom stanju, kao i varijacija njihovih debljina od 10, 20, 30 i 40 mm i napadnih uglova obrade na kvalitativne i kvantitativne karakteristike obrade.

Uzorci će biti dimenzionisani prema mogućnostima i potrebama za istraživanje i definisaće se na osnovu dostupne opreme za pripremu i testiranje (Elektroeroziona rezanje (EDM), Test na zatezanje, 2D/3D profilometrija, Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) i dr.).

Oprema kojom će se obaviti istraživanje parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom, njen nesmetan pristup i korišćenje, će omogućiti preduzeće "FAB Live" D.O.O. Podgorica.

Tokom polaznih istraživanja su uzete jednostavne varijacije ulaznih parametara i istražen njihov uticaj na odstupanje abrazivnog vodenog mlaza od svoje idealne upravne linije, a koji utiče na kvalitativne i kvantitativne karakteristike reza.

Polazna istraživanja su dali uvid u ponašanje abrazivnog vodenog mlaza tokom procesa obrade istraživanog materijala i omogućila preciznije definisanje plan matrice za glavna istraživanja.

Jedna od novina, koja do sada nije obrađivana u naučnoj literaturi, je 3D odstupanje abrazivnog vodenog mlaza od svoje idealne upravne linije. Potrebna, dodatna oprema za realizaciju ovakvog istraživanja je 3D profilometar visoke preciznosti i visoke rezolucije.

Kako bi se broj ponavljanja eksperimenata smanjio na mjeru koja obezbeđuje kvalitetan odziv svih eksperimentalnih parametara, što bolji odnos signal-šum, koristiće se metoda Tagučija.

Prikupljeni eksperimentalni podaci će biti obrađeni uz pomoć višestruke regresione i korelacione analize; i provjeriti njihova tačnost uz pomoć ponavljanja određenog broja eksperimenata za zadate ulazne parametre.

Tokom rada na polaznim istraživanjima realizovan je i dio plana istraživanja, i to:

- Proučavanje procesa obrade abrazivnim vodenim mlazom,
- Proučavanje materijala obrade,
- Definisane problema i postavljanje hipoteza,
- Koncipiranje pomoćnih alata za pričvršćenje obradnog materijala sa radnim stolom rezanja

obradu abrazivnim vodenim mlazom.
 Plan istraživanja sadrži sledeće praktične etape:

- Mašinska obrada materijala za uzorkovanje,
- Termička obrada materijala za uzorkovanje,
- Testiranje materijala na zatezanje,
- SEM analiza materijala,
- Rezanje pripremljenih uzoraka pod pravim uglom rezne glave u odnosu na obradni materijal sa varijacijom tehnoloških parametara obrade i mehaničkih karakteristika materijala,
- Rezanje pripremljenih uzoraka pod nepravim uglovima rezne glave u odnosu na obradni materijal sa varijacijom tehnoloških parametara obrade i mehaničkih karakteristika materijala i
- Potpuno odsjecanje uzoraka i njihova fotometrija i profilometrija.

Akvizicija i obrada eksperimentalnih podataka, kao i optimizacija tehnoloških parametara koji opisuju kvalitativne i kvantitativne karakteristike obrade, će biti odrađena uz pomoć dostupnih softverskih rešenja kao što su Autodesk AutoCAD i Inventor, MiniTab, MatLAB i sl.

B4. Naučni doprinos

Sa razvojem novih materijala, kao i samom primjenom procesa obrade na postojećim materijalima, ova nekonvencionalna metoda predstavlja veoma interesantan predmet istraživanja. Značaj istraživanja parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom, je višestruk i multidiscipliniran i njegovim proučavanjem bi se došlo do novih saznanja koja mogu da imaju uticaja na primjenu u industriji i postizanju većeg kvaliteta i produktivnosti pri obradi u odnosu na druge konkurentne tehnologije.

Rezultati predloženih istraživanja procesa obrade abrazivnim vodenim mlazom, doprinijeće ne samo boljem razumijevanju analiziranog procesa, već je realno očekivati da će ti rezultati u znatnoj mjeri unaprijediti i sam proces obrade i dovesti do efikasnijih i produktivnijih rješenja. Rezultati istraživanja će biti, prema predviđanjima, objavljeni u nekoliko međunarodnih časopisa sa SCI liste, kao i prezentirani na više međunarodnih naučnih konferencija.

B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja

Istraživanje je finansirano od Ministarstva nauke Crne Gore i u tom smislu je moguće u cjelosti realizovati ovo istraživanje. Organizaciona izvodljivost istraživanja je moguća u saradnji sa laboratorijama i privrednim subjektima u našem okruženju.

Mišljenje i prijedlog komisije

Nakon uvida u dostavljeni materijal, javne odbrane polaznih istraživanja i odgovora kandidata na postavljena pitanja, Komisija je mišljenja da je tema doktorske disertacije „Istraživanje parametara obrade abrazivnim vodenim mlazom“ aktuelna i disertabilna. Komisija jednoglasno predlaže Vijeću Mašinskog fakulteta i Senatu Univerziteta Crne Gore da prihvati temu ove doktorske disertacije i kandidata.

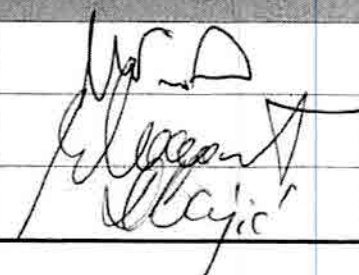
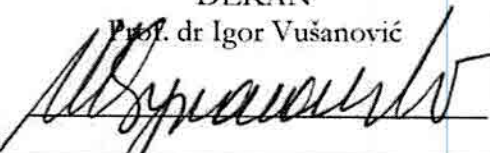
Prijedlog izmjene naslova

-

Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora

-

Planirana odbrana doktorske disertacije

Izdvojeno mišljenje		
-		
Napomena		
-		
ZAKLJUČAK		
Predložena tema po svom sadržaju odgovara nivou doktorskih studija.	<u>DA</u>	NE
Tema je originalan naučno-istraživački rad koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije.	<u>DA</u>	NE
Kandidat može na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljeni cilj i dokaže hipoteze.	<u>DA</u>	NE
Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata		
Prof. dr Milan Vukčević, Mašinski fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora		
Prof. dr Mileta Janjić, Mašinski fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora		
Prof. dr Darko Bajić, Mašinski fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora		
U Podgorici, 23.07.2020.	DEKAN Prof. dr Igor Vušanović 	



PRILOG

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA	
Prof. dr Darko Bajić	1. Šta negativno proizvodi termički uticaj kod dva izabrana materijala za istraživanja u disertaciji? 2. Da li će rezultati modeliranja u disertaciji biti naučni doprinos kandidata u oblasti abrazivnog rezanja vodenim mlazom? 3. Da li će dobijeni rezultati moći da budu primijenjeni i na druge materijale ili grupe materijala srodnih karakteristika?
Prof. dr Milan Vukčević	1. Koju opremu treba nabaviti, a koja oprema postoji u Laboratoriji Mašinskog fakultetu za istraživanje u disertaciji? 2. Da li postoji precizan plan dalje realizacije istraživanja u doktorkoj disertaciji? 3.
Prof. dr Mileta Janjić	1. Da li je kandidat razmišljao o korišćenju vještačke inteligencije, prije svega neuralnih mreža (ANN - Artificial Neural Networks) za modeliranja u istraživanju? 2. 3.
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI	
(Ime i prezime)	- - -
ZNAČAJNI KOMENTARI	
<p>Tema je veoma interesantna, ozbiljno je pristupljeno radu, postavljena je široko, pa predstoji veliki obim istraživanja. Oznake materijala date su prema Američkom AISI standardu, potrebno je dati prema Evropskim standardima (EN i/ili DIN). (Prof. dr Darko Bajić)</p> <p>Materijal Polaznih istraživanja je dobro izložen i dobro kompoziciono sreden. Potrebno je više uključiti literaturne izvore novijeg datuma, kako ne bi preovladavala fundamentalna literatua koja je svakako bitna za istraživanja. (Prof. dr Milan Vukčević)</p> <p>Za obradu eksperimentalnih rezultata korišćen je Tagučii metod koji se poslednjih godina koristi umjesto klasične regresione i disperzione analize. Pored toga bilo bi uputno uključiti i vještačku inteligenciju, tj. neuralne mreže (ANN) i uporediti dobijene rezultate. (Prof. dr Mileta Janjić)</p>	