

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

Ovdje

UNIVERZITET CRNE GORE
Fakultet Metalurško-tehnološki

2758
25-12-23
2023. god.

PREDMET: Predlog Komisije za odbranu master rada

Shodno dopisu broj 2756 od 25.12.2023., u kome smo obaviješteni da je Komisija za pisanje izvještaja o ocjeni master rada pod nazivom: "*Valorizacija crvenog mulja za sintezu geopolimernih materijala*", kandidata Vladana Pejovića, BApp. Zaštite životne sredine, dostavila Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta izvještaj na razmatranje i da na rad kandidata, koji je stajao na uvid javnosti, u Univerzitetskoj biblioteci, nije bilo primjedbi, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a dostavlja Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta predlog Komisije za odbranu master rada:

1. Prof. dr Mira Vukčević, redovni profesor MTF-a, predsjednica
2. Prof. dr Ivana Bošković, redovni profesor MTF-a, mentorka
3. Prof. dr Veselinka Grudić, redovni profesor MTF-a, član

U dogovoru sa kandidatom odbrana master rada će se održati 29. decembra 2023. (petak) u 11h u Laboratoriji za termičku obradu.

UNIVERZITET CRNE GORE
Fakultet Metalurško-tehnološki
Predsjednica Komisije,
Ivana Bošković
Prof. dr Ivana Bošković

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA UNIVERZITETA CRNE GORE

Predmet: Izvještaj Komisije o master radu pod nazivom: “**Valorizacija crvenog mulja za sintezu geopolimernih materijala**” kandidata Vladana Pejovića, Bapp zaštite životne sredine

Na osnovu odredbi Statuta Univerziteta Crne Gore i Pravila studiranja na postdiplomskim master studijama Univerziteta Crne Gore, Komisija za ocjenu master rada, formirana na sjednici Vijeća Fakulteta 11.4.2022, u sastavu:

Prof. dr Mira Vukčević, MTF, Podgorica, predsjednica
Prof. dr Ivana Bošković, MTF, Podgorica, mentorka
Prof. dr Veselinka Grudić, MTF, Podgorica, član

nakon uvida u kompletan priloženi materijal podnosi:

IZVJEŠTAJ o master radu

Sa aspekta deponovanih količina, crveni mulj, kao industrijski otpad, predstavlja značajan ekološki problem. Pitanje crvenog mulja je ekološka crna tačka u regionu Zapadnog Balkana, gdje, samo Crna Gora, ima deponovano od 6 do 8 miliona tona mulja u neuslovno obezbijeđenim bazenima u Podgorici. Iz tih razloga ideja valorizacije crvenog mulja je i ekonomski i ekološki prihvatljiva. Budući da je bogat alumosilikatima i silicijum dioksidom, crveni mulj je pogodna sirovina za proizvodnju geopolimernih materijala kao jednog od potencijalnih aspekata njegove valorizacije.

Geopolimeri su neorganski materijali sa strukturom nalik na polimere, koji nastaju alkalnom aktivacijom alumosilikatnih prekursora, u koje se ubrajaju i crveni mulj i metakaolin. Karakterišu ih izuzetne mehaničke osobine, zanemarljiva mikro i nano poroznost, stabilnost na povećanim temperaturama, vatrootpornost, otpornost na mraz i agresivne sredine. Zbog svojih osobina sve više nalaze primjenu kao građevinski materijali (cementi, betoni, filteri, punioci, pjene, premazi), ali i ekološki prihvatljivi materijali, budući da je proces njihove izrade energetski efikasan i praćen odsustvom emisije gasova sa efektom staklene bašte, zbog čega se često nazivaju „zelenim materijalima”.

Mijenjanjem nekoliko parametara procesa (koncentracija alkalnog aktivatora i vodenog stakla, odnos tečno/čvrsto i sadržaja polaznih prekursora), moguće je dobiti različite/željene strukturne i mehaničke osobine sintetisanog polimernog materijala. Niz relevantnih parametara, u korelaciji, utiče na efekte sinteze geopolimera, a time i na uspješnost njihove praktične primjene u industrijske ili poluindustrijske svrhe.

Ispitivanja u ovom radu su usmjerena na sintetisanje geopolimernih materijala na bazi različitih mješavina crvenog mulja, koji predstavlja otpadni materijal pri proizvodnji glinice, i metakaolina, dobijenog žarenjem kaolina na 750 °C. Postupak je vršen alkalnom aktivacijom pomenutih komponenti. Alkalni aktivator se sastojao od natrijum silikata i natrijum

hidroksida u odgovarajućem međusobnom masenom odnosu $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 2,5$.

Karakterizacija geopolimera je izvršena primjenom metoda: rendgenske difrakcije na prahu (XRD), infracrvene spektroskopije sa Furijeovom transformacijom (FTIR) i skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM). Pored ovih analiza ispitivana je i čvrstoća na pritisak geopolimernih uzoraka. Dobijeni eksperimentalni podaci ukazuju da veća koncentracija alkalnog aktivatora i manji udio crvenog mulja u prekursorskoj smješi doprinosi povećanju čvrstoće na pritisak geopolimernih uzoraka.

Eksperimentalni dio rada je urađen na Metalurško-tehnološkom fakultetu i Građevinskom fakultetu u Podgorici i u Institutu za nuklearne nauke-Vinča.

Rad je dat kroz 7 poglavlja.

Poglavlje I, **Uvod**, obuhvata:

- pravce istraživanja u radu i
- definisanje osnovnog cilja istraživanja i aktuelnost teme, kao i prednosti, koje se postižu sa stanovišta zaštite životne sredine, valorizacijom crvenog mulja za sintezu geopolimernih materijala

Poglavlje II, **Teorijski dio**, obuhvata:

- pregled istraživanja i teorijske osnove sinteze geopolimera, kao i mogućnosti kontrolisanja osobina geopolimera promjenom uslova sinteze
- teorijska saznanja o parametrima koji utiču na proces geopolimerizacije i mogućim sirovinama za sintezu geopolimernih materijala
- opis različitih mogućnosti valorizacije crvenog mulja kao industrijskog otpada
- dosadašnja istraživanja iz oblasti sinteze različitih geopolimernih materijala

Poglavlje III, **Cilj istraživanja**, sadrži:

- objašnjenje svrhe i cilja ovih ispitivanja u smislu definisanja optimalnih uslova pod kojima se mogu dobiti nove klase materijala

Poglavlje IV, **Eksperimentalni dio**, obuhvata:

- karakterizaciju prekursora za sintezu geopolimernog materijala (crvenog mulja i metakaolina)
- pripremu sirovina i aktivatora
- opis sinteze geopolimera
- odredjivanje čvrstoće na pritisak sintetisanih geopolimernih materijala
- metode karakterizacije prekursora i dobijenih geopolimernih materijala

Poglavlje V. **Rezultati i diskusija**, sadrži detaljnu analizu ispitivanja izvršenih sljedećim metodama:

- hemijska analiza
- rendgenska difrakcija na prahu (XRD)
- infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FTIR)
- skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM)
- određivanje pritisne čvrstoće

Poglavlje VI, **Zaključak**, obrađeno je kroz sublimaciju svih rezultata istraživanja:

- Povećanje sadržaja crvenog mulja u polaznoj prekursorskoj smješi dovodi do pada vrijednosti čvrstoće na pritisak. Metakaolin korišćen u ovom radu je odličan izvor aluminosilikata (sadrži > 90 mas. % SiO_2 i Al_2O_3 kumulativno), pa je izuzetno pogodan prekursor za sintezu geopolimernih materijala.

- Povećanje koncentracije NaOH dovodi do povećanja vrijednosti čvrstoća na pritisak svih ispitivanih uzoraka geopolimernih materijala. Najveće vrijednosti čvrstoće na pritisak imaju uzorci sintetisani pri koncentraciji hidroksida 10 mol dm^{-3} . Povećanje alkaliteta daje veću čvrstoću na pritisak zato što je bolje rastvaranje silicijum dioksida i bolji su uslovi za aktivaciju.

- Porast koncentracije Na_2SiO_3 u alkalnom aktivatoru dovodi do porasta čvrstoće na pritisak sintetisanih uzoraka geopolimera zbog uticaja vodenog stakla na povećano rastvaranje silicijuma iz prekursorske smješe.

- Široki difrakcioni pik ili tzv. amorfni "brijeg" sa središtem u oblasti 18° - 32° 2θ ukazuje na odvijanje procesa geopolimerizacije. Analizom dobijenih rezultata u ovom radu uočava se da nove kristalne faze nisu nastale.

- FTIR analiza odabranog uzorka geopolimera je pokazala promjenu u položaju pikova na 994 cm^{-1} i 427 cm^{-1} koji odgovaraju asimetričnom vibracionom istezanju karakterističnom za Si-O-Si i Al-O-Si veze novih reakcionih produkata nastalih alkalnom aktivacijom prekursorskih materijala (geopolimerizacija). Pomjeranje položaja pikova karakterističnih za veze u geopolimernom materijalu ili promjena u intenzitetu IR pikova u odnosu na crveni mulj i metakaolin je povezana sa strukturnom reorganizacijom koja je posljedica odigravanja reakcije geopolimerizacije.

- Mikrostruktura uzorka geopolimera je kompleksna i čine je nezavisne ili aglomerisane čestice različite po obliku i veličine od $0,25 \mu\text{m}$ do $11,11 \mu\text{m}$. SEM analiza je potvrdila prisutvo amorfne, želatinozne faze aluminosilikatnog gela.

Rezultati dobijeni ispitivanjem čvrstoće na pritisak, pokazuju da, pri tačno definisanim uslovima pripreme, najbolja svojstva pokazuju uzorci sa većom koncentracijom alkalnog aktivatora. Ovo se objašnjava činjenicom da Na_2SiO_3 , koji služi kao pokretač procesa geopolimerizacije, u kombinaciji sa jakom bazom, stvara lanac tetraedara kao konačni proizvod geopolimerizacije.

- Svi uzorci geopolimera mogu imati potencijalnu primjenu kao građevinski

materijali s obzirom na njihovu pritisnu čvrstoću. Međutim, potrebno je sprovesti detaljniju provjeru kako bi se potvrdila njihova prikladnost u skladu s ostalim zahtjevima koje legislative nameću prema građevinskim materijalima kao što je ponašanje u agresivnim sredinama, termostabilnost, poroznost.

Poglavlje VII, **Literatura** sadrži 168 referenci.

Zaključni stav i prijedlog

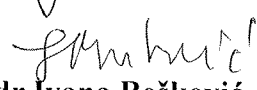
Na osnovu prezentiranih rezultata u predmetnom radu, zaključuje se da je kandidat **Vladan Pejović**, BApp. Zaštite životne sredine, predmet, naučni cilj i metode istraživanja jasno definisao i dobijenim eksperimentalnim rezultatima dao doprinos definisanju uslova pod kojima se može crveni mulj, kao otpadni industrijski materijal, reciklirati tj. upotrijebiti za sintezu geopolimernih materijala zadovoljavajućih mehaničkih karakteristika.

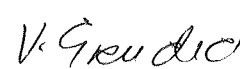
Komisija je pozitivno ocijenila stručne i naučne kvalitete master rada pod nazivom **“Valorizacija crvenog mulja za sintezu geopolimernih materijala”**, i predlaže da se kandidatu Vladanu Pejoviću, BApp. Zaštite životne sredine, dozvoli javna odbrana master rada.

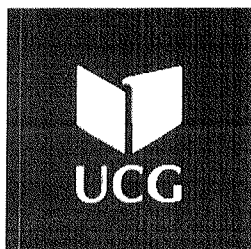
Podgorica, 25.12.2023.

Komisija:


Prof. dr Mira Vukčević, MTF, Podgorica, predsjednica


Prof. dr Ivana Bošković, MTF, Podgorica, mentorica


Prof. dr Veselinka Grudić, MTF, Podgorica, član



Univerzitet Crne Gore
Centralna univerzitetska biblioteka
adresa / address: Cetinjska br. 2
81000 Podgorica, Crna Gora
telefon / phone: 00382 20 414 245
fax: 00382 20 414 259
mail: cub@ucg.ac.me
web: www.ucg.ac.me
Central University Library
University of Montenegro

Broj / Ref: 01/6-16-5986/6
Datum / Date: 18.12.2023.

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj: 2777 23
18.12.2023. god.
Podgorica

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Sekretar

Gospođa Seka Šekularac-Petrović

Predmet: Vraćanje master rada kandidata Vladana Pejovića sa uvida javnosti

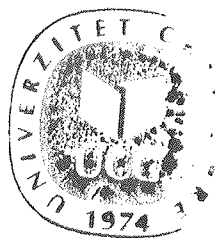
Poštovana gospođo Šekularac,

U prilogu akta dostavljamo Vam master rad pod nazivom: „**Valorizacija crvenog mulja za sintezu geopolimernih materijala**“, kandidata **Vladana Pejovića**, koji je u skladu sa članom 21 stav 2 Pravila studiranja na master studijama dostavljen **Centralnoj univerzitetskoj biblioteci** dana 08. 12. 2023. godine, na uvid i ocjenu javnosti.

Na navedeni rad, Centralnoj univerzitetskoj biblioteci nijesu dostavljene primjedbe u predviđenom roku od 7 dana.

Molimo Vas da nam nakon odbrane, a u skladu sa članom 30 Pravila studiranja na master studijama, dostavite konačnu verziju master rada.

S poštovanjem,



DIREKTOR

Bosiljka Cicmil
Mr Bosiljka Cicmil

Pripremila:

Milica Barac *MB*
Administrativna asistentkinja
Tel: 020 414 245
e-mail: cub@ucg.ac.me



Univerzitet Crne Gore
Centar za unapređenje kvaliteta

tel: +382 20 414 252
e-mail: office@qas.ac.me



Broj: 01/3-5986/4

Podgorica, 01.12.2023 godine

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

KOMISIJI ZA MASTER STUDIJE

PREDSJEDNIKU KOMISIJE

Poštovani članovi Komisije za master studije,

U skladu sa Odlukom o korišćenju softvera za utvrđivanje plagijata na Univerzitetu Crne Gore, ovim putem vas obavještavamo da je Komisija na sjednici od 30.11-01.12.2023 godine utvrdila da korigovani master rad kandidata **Vladana Pejovića** pod nazivom „**Valorizacija crvenog mulja za sintezu geopolimernih materijala**” nema elementa koji bi se mogli tumačiti kao plagijat (verzija rada dostavljena dopisom broj 2593, od 30.11.2023. godine).

Predlaže se sprovođenje dalje procedure, u skladu sa Pravilima studiranja na master studijama.

KOMISIJA:

Doc. dr Jovana Marojević, s. r.

Prof. dr Svetlana Perović, s. r.

Prof. dr Jelena Šaković-Jovanović, s. r.