

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

Ovdje

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
Broj 2607 24
Podgorica 18. 12. 20... god.

PREDMET: Predlog Komisije za odbranu master rada

Shodno dopisu broj 2572 od 16.12. 2024. god., u kome smo obaviješteni da je Komisija za pisanje izvještaja o ocjeni master rada pod nazivom: **"Sinteza i karakterizacija materijala na bazi biomase za uklanjanje nafte iz morske vode"**, kandidatkinje Marije Bajković, Spec. App. Zaštita životne sredine, dostavila Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta izvještaj na razmatranje i da na rad kandidatkinje, 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 Milena Tadić, vanredni profesor MTF-a, predsjednik
2. Prof. dr Vanja Asanović, redovni profesor MTF-a, mentorka
3. Dr Sanja Milošević-Govedarović, viša naučna saradnica, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, komentorka
4. Prof. dr Biljana Damjanović-Vratnica, redovni profesor MTF-a, članica
5. Prof. dr Vesna Vukašinović-Pešić, redovni profesor MTF-a, članica

U dogovoru sa kandidatkinjom termin odbrane master rada će biti naknadno utvrđen.

Predsjednica Komisije,

Prof. dr Vesna Vukašinović-Pešić

UNIVERZITET CRNE GORE
VIJEĆU METALURŠKO – TEHNOLOŠKOG FAKULTETA
Podgorica

PREDMET: *Izveštaj Komisije za ocjenu master rada kandidatkinje Marije Bajković, Spec. App zaštite životne sredine*

Na osnovu člana 64 Statuta Univerziteta Crne Gore, Vijeće Metalurško-tehnološkog fakulteta u Podgorici, na sjednici održanoj 20.09.2024. godine je donijelo odluku broj 1822 od 20.09.2024. godine kojom je imenovana Komisija za ocjenu master rada pod nazivom „**Sinteza i karakterizacija materijala na bazi biomase za uklanjanje nafte iz morske vode**“, kandidatkinje Marije Bajković, Spec. App zaštite životne sredine.

Nakon uvida u kompletan priloženi materijal podnosimo sljedeći:

IZVJEŠTAJ
o master radu

Kratak prikaz

Master rad „**Sinteza i karakterizacija materijala na bazi biomase za uklanjanje nafte iz morske vode**“, kandidatkinje Marije Bajković, Spec. App zaštite životne sredine, urađen je u skladu sa odobrenjem koje je za ovu temu dalo Vijeće Metalurško-tehnološkog fakulteta. Rad je prikazan na 77 strana i sadrži sljedeće tematske cjeline: 1. *Uvod*, 2. *Teorijski dio*, 3. *Eksperimentalni dio*, 4. *Rezultati i diskusija*, 5. *Zaključak* i 6. *Literatura*. Pored navedenog, rad sadrži i naslovnu stranu, podatke i informacije o magistrandu, informacije o master radu i informacije o članovima Komisije, kao i izjavu o autorstvu, zahvalnicu, izvod/abstract i sadržaj. U tekst rada su uključene 52 slike, kao i 4 tabele. U radu je citirano 78 bibliografskih jedinica.

Postavljeni cilj rada

U okviru ovog master rada sprovedeno je istraživanje koje pruža uvid u mogućnosti primjene ugljeničnih materijala dobijenih niskotemperaturnom pirolizom biomase, koja potiče od šišarki i iglica atlaskog kedra (lat. *Cedrus atlantica*), za uklanjanje sirove nafte iz morske sredine. U **uvodnom dijelu rada** je naglašeno da zbog dugovječnosti i otpornosti atlaskog kedra, iglice i šišarke ostaju neiskorišćene, predstavljajući i potencijalni rizik za pospješivanje pojave požara. Stoga je ocijenjeno da upotreba iglica i šišarki atlaskog kedra kao sirovine za proizvodnju novog materijala, može doprinijeti održivom korišćenju prirodnih resursa.

Osnovni ciljevi ove master teze su ispitivanje uticaja termohemijske modifikacije šišarki i iglica atlaskog kedra na strukturu i morfologiju dobijenih ugljeničnih materijala, evaluacija efikasnosti dobijenih ugljeničnih materijala za uklanjanje nafte iz vode, te razvoj novih materijala na bazi biomase.

U **teorijskom dijelu** kandidatkinja opisuje klasifikaciju biomase, hemijski sastav različitih vrsta biomase i strukturne komponente biomase. Objašnjava i značaj nafte kao izvora energije, ali i da se nafta posmatra kao jedan od najčešćih zagađivača mora. Kandidatkinja je predstavila prirodne i antropogene izvore zagađenja mora naftom, kao i transformacione procese nafte u morskoj sredini i na obalama. Objasnila je mehaničke, hemijske i biološke metode za uklanjanje naftnih mrlja i predstavila je različite sorbentne materijale.

Pregled dosadašnjih istraživanja je obuhvatio postupke dobijanja ugljeničnih materijala, kao i razvoj i primjenu ugljeničnih materijala za uklanjanje polutanata. Analizirani su primjeri sorpcionih svojstava različitih ugljeničnih materijala i utvrđeno je da sorpcioni kapacitet i procjena troškova sa stanovišta dostupnosti resursa, procesa proizvodnje i primjenljivosti materijala, ukazuju da je biomasa (lignocelulozni materijal) u poređenju sa nanocijevima i grafenom povoljnije rješenje, kako sa stanovišta ekologije, tako i u pogledu pratećih troškova.

U **eksperimentalnom dijelu** je navedena hipoteza i ilustrovan je plan istraživanja. Prikazane su šišarke i iglice od atlaskog kedra (lat. *Cedrus atlantica*) koji pripada porodici borova, odnosno biomasa atlaskog kedra, koja je korišćena u cilju dobijanja novih materijala. Opisan je postupak pirolize biomase na temperaturi od 400 °C, kao i metode koje su primijenjene za karakterizaciju materijala, odnosno termohemijski modifikovanih borovih iglica i šišarki. Metodom rendgenostrukturne analize (XRD) ispitivana je kristalna struktura dobijenih ugljeničnih materijala, a morfologija pirolizovanih uzoraka je proučavana skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM). U cilju opisivanja promjena u hemijskoj strukturi pirolizovanih uzoraka primijenjena je infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FTIR-ATR), dok su površina i poroznost uzoraka istraživane primjenom Brunauer-Emmett-Teller (BET) analize. Kako bi se procjenila apsorpciona moć dobijenih ugljeničnih materijala uzorci morske vode uzeti prije i nakon tretmana apsorbentom dobijenim modifikacijom borovih iglica i šišarki, analizirani su pomoću UV-VIS spektrometrije i gasne hromatografije.

U poglavlju **Rezultati i diskusija**, kandidatkinja je predstavila materijale dobijene pirolizom šišarki i iglica atlaskog kedra i grafički i tabelarno prikazala rezultate ispitivanja strukture, promjena u hemijskoj strukturi uzoraka, istraživanja morfologije pirolizovanih uzoraka, kao i određivanja specifične površine pora i raspodjele veličine pora pirolizovanih uzoraka. Utvrđeno je da je uzorak šišarki prije pirolize po strukturi bio rastresit i mekan, dok je nakon pirolize dobijen materijal koji se pod pritiskom prstima može lako razdvojiti na listaste komponente. Pirolizom na 400 °C, komponente šišarke su lako prešle u amorfne ugljenične strukture i na difraktogramu su zapaženi maksimumi na $2\theta = 10 - 30^\circ$ i na $2\theta = 40 - 50^\circ$, koji su tipični za ugljeničnu mješavinu grafitnih i heksagonalnih ugljeničnih jedinjenja. I kod uzorka pirolizovanih iglica je utvrđeno da je došlo do pojave amorfnih ugljeničnih struktura. Primijećen je širok maksimum od $2\theta = 15 - 30^\circ$ koji potiče od ugljeničnih struktura, maksimumi koji su jasno izraženi na $2\theta = 16^\circ, 26^\circ, 32^\circ$ i 38° , kao i oni nešto slabijeg intenziteta na $2\theta = 36^\circ, 41^\circ, 44^\circ, 47^\circ$ i 51° . Na osnovu sprovedenog istraživanja može se zaključiti da je došlo do parcijalne hemijske modifikacije pojedinih komponenata.

Kandidatkinja je objasnila da se infra-crveni spektri svježih iglica i šišarki ne razlikuju značajno, dok je naznačila uočljivu razliku spektara za svježije i pirolizovane uzorke. Primijećena je široka traka na 3300 cm^{-1} koja ukazuje na gubitak -OH grupa koje potiču od vode, kao i gubitak intenzivne trake na 1730 cm^{-1} koja predstavlja karbonilne C=O grupe. Kandidatkinja je naznačila da trake u oblasti $1100\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$ ukazuju na: C-H deformacije ili C-O ili C-C istežajuće vibracije, koje se odnose na ugljene hidrate, dok se intenzitet ostalih identifikovanih traka u infracrvenom spektru smanjivao i budući da je u pitanju prirodni materijal, mogu se pripisati spektru aromatičnih ulja.

Kandidatkinja je analizom uzoraka iglica i šišarki skenirajućom elektronskom mikroskopijom prije i nakon pirolize na temperaturi od 400 °C, utvrdila da je unutrašnja struktura iglica i šišarki ostala nepromijenjena. Uzorke iglica je karakterisala sunderasta unutrašnjost i glatka segmentirana površina, a zapažene su pukotine i sitne ljuspice. Struktura uzoraka šišarki je bila pretežno vlaknasta sa prisutnim sferičnim strukturama u maloj količini. Nakon pirolize, uočeno je skraćivanje vlakana i neznatno većih pora između vlakana, ali je generalno morfologija i kod uzoraka iglica i uzoraka šišarki održana i neznatno promijenjena.

Kandidatkinja je pomoću BET (Brunauer-Emmett-Teller) analize utvrdila da površine uzoraka pirolizovanih iglica i šišarki karakterišu uglavnom mezopore, ali da se zapažaju i neke mikropore. Površina pora šišarki je iznosila $41,4\text{ m}^2/\text{g}$, dok su iglice imale četiri puta veću površinu pora i to $185\text{ m}^2/\text{g}$.

Kandidatkinja je u master radu istraživala efikasnost ugljeničnih materijala dobijenih pirolizom borovih iglica i šišarki u uklanjanju nafte iz morske vode. UV-VIS spektrometar i gasni hromatogram su primijenjeni za analizu uzoraka morske vode prije i poslije dodavanja tretirane biomase. Početna analiza morske vode obuhvatila je dodavanje 5 μl sirove nafte u 20 ml morske vode, nakon čega su dodati uzorci pirolizovanih iglica i šišarki u različitim količinama. Eksperiment je uključivao uzorke od 50 mg i 100 mg pirolizovanih iglica (150 i

I100), kao i četiri uzorka pirolizovanih šišarki u količinama od 20 mg do 50 mg (Š20, Š30, Š40 i Š50). Kandidatkinja je zapazila da se pirolizovane šišarke mogu efikasnije sakupljati sa površine morske vode u odnosu na pirolizovane iglice, kao i da su materijali dobijeni pirolizom šišarki praktičniji za upotrebu u odnosu na one na bazi iglica. Upoređivanjem rezultata UV-VIS spektara utvrdila je da se apsorpciona efikasnost pirolizovanih iglica i pirolizovanih šišarki razlikuje tek za uzorke mase koja je jednaka ili je veća od 30 mg.

Kandidatkinja je analizirala uzorak pirolizovanih iglica mase od 50 mg i uzorke od pirolizovanih šišarki mase od 20 mg, 30 mg i 50 mg, primjenom gasne hromatografije. Interval retencionog vremena od 15 min do 21 min bio je ključan za praćenje, pri čemu su maksimumi zapaženi na 17,3 min, 18,5 min, 19 min, 20,5 min i 21 min, što odgovara lancima ugljovodonika od C17 do C21. Rezultati su pokazali da su maksimumi najizraženiji u kontrolnom uzorku koji nije sadržavao nove materijale, odnosno koji je sadržao samo sirovu naftu u morskoj vodi. Međutim, dodavanjem pirolizovanih iglica i šišarki, zapažen je pad intenziteta ovih maksimuma. Utvrđeno je da su već pri dodavanju 20 mg ili 30 mg pirolizovanih šišarki postignuti slični rezultati apsorpcije. Kandidatkinja je utvrdila veću efikasnost pirolizovanih šišarki u pogledu sorpcije i uklanjanja nafte iz morske vode. Upotreba pirolizovanih iglica rezultirala je pojavom novih maksimuma u spektru za koje se sumnja da su povezani sa organskim jedinjenjima.

U Zaključku je ukratko, na osnovu analiziranih i detaljno prodiskutovanih rezultata, kandidatkinja predstavila najznačajnije rezultate do kojih je došla u toku istraživanja mogućnosti uklanjanja nafte iz morske vode primjenom biomase koja potiče od iglica i šišarki atlaskog kedra:

- Materijali sa visokim sadržajem ugljenika sintetisani su jednostepenim postupkom, nisko-temperaturnom pirolizom iglica i šišarki atlaskog kedra (lat. *Cedrus atlantica*), u inertnoj atmosferi i na temperaturi od samo 400 °C. Navedenom postupku nije prethodio nikakav proces prečišćavanja uzoraka, osim prirodnog sušenja kakvo se može dešavati u prirodi, a nije vršeno ni naknadno prečišćavanje niti bilo kakva modifikacija uzoraka što ovaj proces čini ekonomičnim, industrijski pogodnim i potpuno ekološkim.
- Rendgenostrukturalna analiza je potvrdila visok sadržaj amorfnog ugljenika u uzorcima i pirolizovanih šišarki i pirolizovanih iglica. Uslijed veće čvrstoće i kompaktnije strukture, kod pirolizovanih iglica, pored maksimuma koji potiču od ugljenika, uočeni su i maksimumi koji na difraktogramu ukazuju da je i dalje u određenoj mjeri prisutna i kristalna struktura konstituenata iglica.

- FTIR–ATR metodom je potvrđeno prisustvo površinski aktivnih ugljeničnih grupa kod pirolizovanih šišarki i pirolizovanih iglica, kao i potpuni gubitak vode i drugih isparljivih komponenti.
- UV-VIS metodom koja je korišćena za analizu morske vode nakon apsorpcije sirove nafte, pokazano je da je efikasnost apsorpcije pirolizovanih iglica i pirolizovanih šišarki ista, odnosno da se razlike pojavljuju tek za uzorke mase od 30 mg i više.
- Gasna hromatografija je pokazala da su pirolizovane šišarke efikasniji apsorbenti za uklanjanje nafte iz morske vode, dok se kod pirolizovanih iglica uočavaju novi maksimumi, za koje se pretpostavlja da potiču od prisutnih organskih jedinjenja.
- Pirolizovana biomasa atlaskog kedra pokazala se kao dobar apsorvent za uklanjanje sirove nafte iz morske vode. Istraživanje svakako treba dalje nastaviti u cilju utvrđivanja mogućnosti primjene dobijenih materijala u realnim uslovima zagađenja morske vode naftom.

Navedena **Literatura** sadrži listu od 78 referenci.

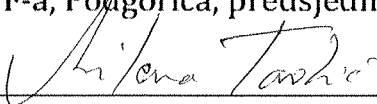
Zaključni stav i predlog

Komisija je na osnovu detaljnog pregleda master rada kandidatkinje Marije Bajković, Spec. App zaštite životne sredine, pod nazivom „**Sinteza i karakterizacija materijala na bazi biomase za uklanjanje nafte iz morske vode**“, zaključila da su predmet, naučni cilj i metode istraživanja jasno definisani, i da je kandidatkinja savremenim eksperimentalnim pristupom, kao i detaljnim razmatranjima dobijenih rezultata realizovala postavljene ciljeve master rada. Na osnovu izloženog Komisija je zaključila da master rad „**Sinteza i karakterizacija materijala na bazi biomase za uklanjanje nafte iz morske vode**“, zadovoljava sve predviđene uslove i sa zadovoljstvom predlaže Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta, Univerziteta Crne Gore u Podgorici, da prihvati master rad kandidatkinje Marije Bajković, Spec. App zaštite životne sredine i odobri javnu usmenu odbranu.

U Podgorici, 17.12.2024.

Komisija u sastavu:

Prof. dr Milena Tadić, vanredni profesor
MTF-a, Podgorica, predsjednica



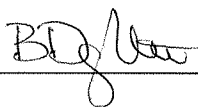
Prof. dr Vanja Asanović, redovni profesor
MTF-a, Podgorica, mentorka



Dr Sanja Milošević Govedarović, viša naučna
saradnica, Institut za nuklearne nauke „Vinča“,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku
Srbiju, Univerzitet u Beogradu, komentorka

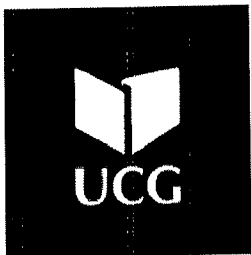


Prof. dr Biljana Damjanović-Vratnica,
redovni profesor MTF-a, Podgorica, član



Prof. dr Vesna Vukašinović-Pešić,
redovni profesor MTF-a, 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: 016-16-3845/5
Datum / Date: 16.12.2024.

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
Broj: 2569/6
16.12 24
Podgorica, 20. god.

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Sekretar

Gospođa Seka Šekularac-Petrović

Predmet: Vraćanje master rada kandidatkinje Marije Bajković sa uvida javnosti

Poštovana gospođo Šekularac,

U prilogu akta dostavljamo Vam master rad pod nazivom: „**Sinteza i karakterizacija materijala na bazi biomase za uklanjanje nafte iz morske vode**“ kandidatkinje **Marije Bajković**, koji je u skladu sa članom 21 stav 2 Pravila studiranja na master studijama dostavljen **Centralnoj univerzitetskoj biblioteci** dana 06. 12. 2024. 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

Mr Bosiljka Cicmil

Pripremila:

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



Univerzitet Crne Gore
Centar za unapređenje kvaliteta



Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj: 01/3- 3849/3

Broj 2489 24
06.12 2024 god.
Podgorica, ...

Podgorica, 05. 12 '24 godine

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

KOMISIJI ZA POSTDIPLOMSKE STUDIJE

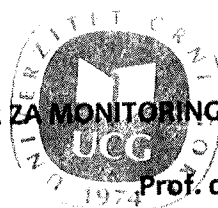
PREDSJEDNIKU KOMISIJE

Poštovani članovi Komisije za postdiplomske studije,

U skladu sa Odlukom o korišćenju softvera za utvrđivanje plagijata na Univerzitetu Crne Gore, Odbor za monitoring master studija je, na sjednici od 29.11-01.12.2024. godine, razmatrao izvještaj softvera sa rezultatima provjere master rada kandidatkinje **Marije Bajković** pod nazivom „Sinteza i karakterizacija materijala na bazi biomase za uklanjanje nafte iz morske vode” i utvrđeno je da u radu nema elemenata koji ukazuju na plagijat.

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

ZA ODBOR ZA MONITORING MASTER STUDIJA



S. Perović
Prof. dr Svetlana Perović