

**ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ**

35/477

(Број захтева)

08.01.2019.

(датум)

Образац 2

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ
НАУКА**

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета у Београду” број 162/11, пречишћен текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

СРЂАНА (Драган) ПЕРИШИЋА, дипломираног инжењера технологије

КАНДИДАТ: **СРЂАН (Драган) ПЕРИШИЋ**, пријавио је докторску дисертацију под називом: **„Синтеза и карактеризација хибридних полимерних композита на бази дрвета“**

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **25.12.2017.** године, својим актом **61206-5235/2-17**, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Синтеза и карактеризација хибридних полимерних композита на бази дрвета“.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **СРЂАНА (Драган) ПЕРИШИЋА** образована је на седници Наставно-научног већа Факултета, одржаној **01.11.2018.** године Одлуком под бр. **35/391**, у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Весна Радојевић	Редовни професор	Инжењерство материјала
2. Др Петар Ускоковић	Редовни професор	Инжењерство материјала
3. Др Радмила Јанчић-Хајнеман	Редовни професор	Инжењерство материјала
4. Др Душица Стојановић	Виши научни сарадник	Наука о материјалима
5. Др Јасна Стајић-Трошић	Научни саветник	Инжењерство материјала

Студен је уписан на докторске студије шк. 2011/2012. године. На захтев студента декан је донео Решење број 20/148-1 од 28.09.2018. године којим се студенту продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2019/2020. године, с обзиром на то да је шк. 2017/2018. године искористио право на прво продужење рока за завршетак студија.

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **06.12.2018.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 38 и 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 06.12.2018. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Весна Радојевић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Петар Ускоковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Радмила Јанчић-Хајнеман, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Душица Стојановић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Јасна Стајић-Трошић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: **„Синтеза и карактеризација хибридних полимерних композита на бази дрвета“** коју је поднео **СРЂАН ПЕРИШИЋ**, дипломирани инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Срђана Перишића, под називом **„Синтеза и карактеризација хибридних полимерних композита на бази дрвета“** Одлуком број: 61206-5235/2-17 од 25.12.2017. године.

Верификација научних доприноса:

Kategorija M22:

1. **Perisic SD.**, Radovic I., Petrovic M., Marinkovic A., Stojanovic D., Uskokovic P., Radojevic V.: Processing of hybrid wood plastic composite reinforced with short PET fibers, *Materials and Manufacturing Processes*, Vol. 33, No. 5, pp.572-579, 2018 (ISSN: 1042-6914, IF 2016 2,274, Materials Science, Multidisciplinary, 107/275)
2. **Perišić S.**, Vuksanović M.M., Petrović M., Radisavljević A., Grujić A., JančićHeinemann R.M., Radojević V.: Impact of alumina particles on the morphology and mechanics of hybrid wood plastic composite materials, *Science of Sintering*, In Press; (ISSN 0350-820X, IF 2016 0.736 Materials Science, Ceramics 15/26)

Докторска дисертација и реферат о оцени докторске дисертације достављају се на увид јавности, а по истеку рока од 30 дана, на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Srđana Perišića

Odlukom br. 35/361 od 20.09.2017. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije kandidata Srđana Perišić, dipl. inž. tehnologije pod naslovom

Sinteza i karakterizacija hibridnih polimernih kompozita na bazi drveta

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa Kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- **Školske 2011/12** godine kandidat Srđan Perišić, dipl. inž. tehnologije je upisao Doktorske akademske studije na Univerzitetu u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, profil Inženjerstvo materijala.
- **12.09.2017.** Kandidat Srđan Perišić, dipl. inž. tehnologije je predložio temu doktorske disertacije pod nazivom: "Sinteza i karakterizacija hibridnih polimernih kompozita na bazi drveta"
- **21.09.2017.** na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je odluka (br. 35/296 od 21.09.2017.) o imenovanju članova Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Srđana Perišića, dipl. inž. pod naslovom "Sinteza i karakterizacija hibridnih polimernih kompozita na bazi drveta "
- **30.11.2017.** na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu doneta je odluka o prihvatanju teme doktorske disertacije pod naslovom " Sinteza i karakterizacija hibridnih polimernih kompozita na bazi drveta ", a za mentora je imenovana dr Vesna Radojević, Odluka br. 35/474 od 30.11.2017.
- **25.12.2017.** Veće naučnih oblasti tehničkih nauka donosi odluku po kojoj daje saglasnost na predlog teme " Sinteza i karakterizacija hibridnih polimernih kompozita na bazi drveta " kandidata Srđana Perišića, dipl. inž., Odluka br. 61206-5235/2-17 od 25.12.2017.
- **20.09.2018.** Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Srđana

Perišića, dipl. inž. pod naslovom " Sinteza i karakterizacija hibridnih polimernih kompozita na bazi drveta " Odluka br. 35/361 od 20.09.2018.

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo i užoj naučnoj oblasti Inženjerstvo materijala za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Mentor je dr Vesna Radojević, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, uža nučna oblast Inženjerstvo materijala, koja je na osnovu dosadašnjih objavljenih radova i iskustava kompetentna da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Kandidat Srđan D. Perišić, diplomirani inženjer tehnologije, rođen je 29.09.1984. godine u Beogradu. Osnovnu i srednju školu završio je u Beogradu. Studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, smer Inženjerstvo materijala, završio je 2011. godine sa prosečnom ocenom 8,11. Diplomski rad pod naslovom „Uticaj vezujućeg agensa na starenje kompozitnog materijala polietilen-drvene čestice“ odbranio je na Katedri za specijalne i konstrukcione materijale sa ocenom 10. Školske 20011/2012. god. upisao je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, smer Inženjerstvo materijala. Ispite doktorskih studija, predviđene planom i programom nastave, položio je sa prosečnom ocenom 9,33. Završni ispit odbranio je sa ocenom 10, oktobra 2013. godine.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata Srđana Perišića, dipl. inž. tehnologije pisana je na srpskom jeziku i sadrži 138 strana A4 formata, 58 slika, 5 tabela i 188 literaturnih navoda. Doktorska disertacija sadrži sledeća poglavlja: *Rezime* (na srpskom i engleskom jeziku), *Uvod*, *Teorijski deo* (Kompozitni materijali; Drvo-plastični kompoziti (WPC); Metode karakterizacije drvo-plastičnih kompozitnih materijala), *Eksperimentalni deo* (Fizička svojstva polaznih materijala; Modifikacija drvnih vlakana; Procesiranje, PET vlakana, čestica aluminijum oksida i kompozita; Metode karakterizacije polaznih i dobijenih hibridnih kompozita), *Rezultate i diskusiju* (Karakterizacija WPC ojačanih PET vlaknima; Karakterizacija WPC ojačanih česticama Al_2O_3 ; Karakterizacija hibridnog WPC ojačanog PET vlaknima i česticama Al_2O_3 ; Uporedna analiza), *Zaključak* i *Literatura*. Prilozi sadrže izjavu o autorstvu, izjavu o istovetnosti štampane i elektronske verzije rada i izjavu o korišćenju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

Predmet ove doktorske disertacije obuhvata istraživanja u oblasti procesiranja i karakterizacije ekološki prihvatljivih hibridnih kompozitnih materijala. Naučni cilj istraživanja je da se prouče procesi sinteze hibridnih kompozitnih materijala i da se odabere najoptimalniji proces kao i da se ispita uticaj procesnih parametara na dobijena mehanička, termijska i funkcionalna svojstva. U okviru eksperimentalnih istraživanja dobijeni su hibridni polimerni kompoziti modifikovanom

metodom livenja iz rastvora i naknadnom termičkom obradom (presovanjem), što je još jedan od doprinosa ove doktorske disertacije. Ostvarena je hemijska reakcija vezivanja polimera i drvenih vlakana pomoću agensa, kao i ravnomerno dispergovanje vlakana i čestica u kompozitu, što ima uticaj na bolja mehanička svojstva. Pored toga, ispitana je i efikasnost rezistentnosti na apsorpciju vlage ovakvih kompozita, što je u slučaju kompozita sa visokim sadržajem drveta takođe značajan problem.

U Teorijskom delu je u prvom poglavlju dat pregled dosadašnjih saznanja o strukturi i klasifikaciji kompozitnih materijala s polimernom matricom. Struktura kompozita koja se sastoji od polimerne matrice i diskontinualne faze koja uglavnom ima funkciju poboljšanja mehaničkih svojstava, može se modifikovati tako da se ostvare i poboljšaju neka druga funkcionalna svojstva kompozita, kao na primer, toplotna, akustična, električna, magnetna, optička i druga. U okviru ovog dela prikazan je pregled kompozitnih materijala prema vrsti matrice, kao i prema obliku diskontinualne faze.

U drugom poglavlju predstavljeni su WPC materijali, koji su jedan od primera modernih materijala, koji se dobijaju spajanjem dve supstance koji su najčešće produkti recikliranja (polimera i drveta). WPC predstavlja idealnu alternativu tradicionalnim materijalima, a zbog svojih brojnih prednosti najviše zamenjuje drvo, te je već godinama trend u svetu arhitekture, dizajna i građevinarstva. Veličina i oblik drvene komponente presudno utiču na kvalitet i upotreba svojstva kompozita. WPC materijali imaju mnogo prednosti: koriste jeftine i dostupne sirovine, cenom su konkurentni drvetu i plastomerima, lako se proizvode primenom već postojećih tehnika proizvodnje, proizvodi mogu biti različite veličine i oblika, ne zahtevaju površinsku zaštitu, smanjena im je cena održavanja u odnosu na drvo, mogu se spajati ekserima i obrađivati postupcima za obradu drveta. Izradom WPC veliki je procenat otpada koji se ponovo koristi. WPC ne sadrži formaldehide ili agresivne organske sastojke, upotrebljiv je proizvod (može se samleti te ponovo upotrebiti), kao otpad nije opasan i može se odlagati sa ostalim otpadom. Najveće i najraznovrsnije tržište ovih kompozita je građevinarstvo (66 % od ukupne svetske proizvodnje), infrastruktura (18 %) i industrija transportnih sredstava (10 %).

U trećem poglavlju teorijskog dela predstavljene su metode karakterizacije WPC materijala.

U okviru eksperimentalnog dela razlikuju se šest uvodnih poglavlja i *Rezultati i diskusija*. Prvo poglavlje opisuje fizička svojstva polaznih materijala korišćenih za sintezu WPC. Za polimernu matricu izabran je komercijalno dostupni poli(metilmetakrilat) (PMMA) zbog svoje transparentnosti i doprinosa boljim mehaničkim svojstvima konačnog WPC i uticaja na estetski izgled finalnog kompozita. Vlaknasto ojačanje u PMMA matrici dobijeno je upotrebom mehanički samlevene drvene pulpe (drvena vlakna). Kao agensi za modifikaciju površine korišćeni su (3-merkaptopropil) trimetoksisilan (MPTMS) i 2,4-toluen diizocijanat (TDI) tako da je modifikacija površine opisana u drugom poglavlju. Sledeća tri poglavlja obuhvataju procesiranje kompozita PMMA-drvo sa različitim vrstama ojačanja: a) u vidu kratkih vlakna od čistog polietilen teraftalata (PET); b) kratkih vlakna od otpadnog PET-a; c) kratkih vlakna od mešavine čistog i otpadnog PET-a, d) čestica aluminijum oksida i e) finalnih hibridnih kompozita a ojačanjem od kratkih vlakana PET-a i čestica aluminijum oksida. Izvedeno je procesiranje WPC impregnacijom drveta iz polimernog rastvora praćeno metodom toplog presovanja. Prethodno je površina drvenih vlakana modifikovana vezujućim agensima radi postizanja boljeveze matrica-vlakno. Kao ojačanja korišćena su PET vlakna i aluminijum oksid. U šestom poglavlju je predstavljena karakterizaciju polaznih konstituenata i procesiranih kompozitnih materijala.

U okviru *Rezultata i diskusije* izdvajaju se četiri poglavlja koja prate karakterizaciju i rezultate pojedinih klasa prcesiranih kompozita : WPC ojačanih PET vlaknima, WPC ojačanih česticama aluminijum oksida i hibridnog WPC ojačanog i PET vlaknima i česticama aluminijum oksida. Data je uporedna analiza i diskusija o uticaju procesnih parametara i strukture dobijenih kompozita na fizičko-mehanička svojstva.

U prvom poglavlju je pokazano da ojačanja u vidu kratkih vlakana komercijalno dostupnog PET-a i otpadnog PET-a imaju veliki uticaj na poboljšanje termičke otpornosti i mehaničkih svojstava (apsorbovana energija, savojna čvrstoća i duktilnost) kompozitnih materijala drvo-

polimer. Za postizanje boljih mehaničkih svojstava WPC, površina drveta modifikovana je različitim vezujućim agensima. Površinska modifikacija drveta sa TDI pokazala je nešto veću sposobnost apsorpcije energije tokom testa na udar od MPTMS, ali nešto nižu sposobnost apsorpcije napona zbog različitog vezivanja matrice i vlakana. Apsorpcija vode je bila viša prilikom površinske modifikacije TDI, u odnosu na MPTMS. Mehanički testovi WPC ojačanih PET vlaknima pokazali su očekivano značajno poboljšanje mehaničkih svojstava. Uzorci ojačani vlaknima proizvedenim iz mešavine komercijalno dostupnog i otpadnog PET (MPET) pokazali su najveću vrednost apsorbovane energije i savojne čvrstoće u odnosu na druge serije. Karakterizacijom procesiranog WPC pokazano je da kombinacija modifikacije površine drveta i ojačanje MPET vlaknima koja su se koristila u ovoj doktorskoj disertaciji rezultuju kompozitom sa poboljšanim mehaničkim svojstvima i nude nov način za upotrebu otpadnih PET ljustica.

U drugom poglavlju *Rezultata i diskusije* ispitivan je WPC ojačan česticama aluminijum oksida. U cilju ostvarivanja bolje veze matrica-čestice, površina čestica aluminijum oksida je dodatno modifikovana korišćenjem vezujućeg agensa MPTMS. Apsorpcija vode bila je niža u uzorcima sa modifikovanim nego nemodifikovanim česticama Al_2O_3 , a postignuto je i vidno poboljšanje mehaničkih svojstava, naročito tvrdoće. Uzorci ojačani sa 3 mas% modifikovanim aluminijum oksidom (3M) pokazali su najveću vrednost apsorbovane energije i savojne čvrstoće u odnosu na druge serije. Kombinacija modifikacije površine PMMA/drvo i dodavanje modifikovanih čestica aluminijum oksida u malom masenom procentu (do 3 mas%) rezultuje kompozitima sa naprednim mehaničkim svojstvima i otpornošću na upijanje vode što daje mogućnost za dalji razvoj ka složenijem hibridnom kompozitu.

Kao rezultat prethodnih istraživanja i uočenih kritičnih procesnih i strukturnih parametara, u trećem poglavlju procesirani su hibridni kompozit ojačan MPET vlaknima i modifikovanim česticama Al_2O_3 . Postignuta su očekivano poboljšanja mehaničkih svojstava, što je rezultat ostvarenih hemijskih veza polimera i drvenih vlakana kao i keramičkih čestica pomoću vezujućih agensa. Na taj način je postignuto i ravnomerno dispergovanje vlakana i čestica u kompozitu. Pored toga, ispitana je efikasnost rezistentnosti na apsorpciju vlage ovakvog kompozita. Apsorpcija vode iznosila je svega 1 mas%. Data je uporedna analiza i diskusija o uticaju procesnih parametara i strukture dobijenih kompozita na fizičko-mehanička svojstva.

U Zaključku su ukratko sumirani svi dobijeni rezultati u ovoj doktorskoj disertaciji i iznet je njihov značaj za pravce razvoja i primene WPC kompozitnih materijala.

Poglavljje Literatura obuhvata 188 navoda iz oblasti istraživanja i pokriva sve delove disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Razvoj WPC materijala ima za cilj dobijanje proizvoda tačno željenih karakteristika sa značajnim ekološkim prednostima. Iz tog razloga, današnja istraživanja su usmerena na stalno unapređenje i tačno definisanje uticajnih parametara kako bi krajnji proizvod zadovoljio svoju funkciju i imao željena svojstva. Prednosti WPC materijala nastalih od neorganskih i organskih jedinjenja je kombinovanje njihovih različitih svojstava u jednom materijalu. Veliki broj mogućih kombinacija učinio je ovo polje izuzetno atraktivnim, jer je procesiranjem ovih materijala moguće obezbediti multifunkcionalnost i proširiti primenu materijala u oblastima u kojima se ranije nisu koristili. Nova generacija WPC omogućila je brzi razvoj kompozita sa dobrim mehaničkim svojstvima, visokom dimenzijskom stabilnošću, kao i oblikovanjem u složene oblike.

U toku izrade ove disertacije istražene su mogućnosti procesiranja hibridnih WPC materijala poboljšanih mehaničkih i funkcionalnih svojstava. Ovo je ostvareno na tri načina: 1) modifikovanim metodom livenja iz rastvora praćeno toplim presovanjem; 2) izborom optimalnog modifikatora površine drvenih vlakana i čestica, što omogućava bolju vezu s matricom; 3) hibridnim ojačanjem u vidu kratkih PET vlakana i čestica Al_2O_3 , što pored uniformne disperzije i efikasne

zaštite tokom procesiranja, omogućava i bolja funkcionalna i mehanička svojstva dobijenog kompozita. Nakon literaturnog pregleda, utvrđeno je da ova tri pristupa nisu do sada ispitivana u okviru procesiranja WPC, koje je, uglavnom izvedeno iz rastopa.. Pored toga, usled primene transparentnog polimera i modifikatora površine koji zadovoljavaju uslove optičke stabilnosti, dobijeni su materijali koji zadovoljavaju i visoke estetske standarde u enterijeru.. Ovakav pristup procesiranju omogućava pronalaženje najpogodnijeg sistema ojačanja-polimer-rastvarač kojim bi se zadovoljili uslovi dizajniranja naprednih WPC materijala

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literature

U doktorskoj disertaciji je citirano 188 literaturnih navoda koja se odnose na istaživanja vezana za problematiku savremenih kompozitnih materijala s polimernom matricom. Literaturni pregled je obuhvatio veliki broj publikovanih naučnih radova iz oblasti: savremenih kompozitnih materijala, različitih ojačanja polimernih i kompozitnih materijala, metoda dobijanja kompozita i hibridnih kompozita, i savremenih metoda za karakterizaciju, termičkih, optičkih i mehaničkih svojstava kompozita, uticaja sinteze kao i modifikacije na termička i mehanička svojstva polimernih kompozita. U okviru disertacije dat je potpun kritički literaturni pregled po pojedinim poglavljima fenomena koji su istraživani kao i poređenja dobijenih rezultata sa slično publikovanim rezultatima.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

U istraživanjima u okviru ove doktorske disertacije korišćene su savremene tehnike karakterizacije materijala u svim fazama eksperimentalnih istraživanja. Morfologija kao i mesta nakon preloma hibridnih WPC materijala, ispitana je skenirajućom elektronskom mikroskopijom visoke rezolucije (FESEM). U početnim istraživanjima izvedena je karakterizacija polaznih konstituenata, kao i ostvarene veze tokom procesa ispitani su primenom FTIR spektroskopije. Fazna analiza čestica Al_2O_3 ispitivana je rendgenskom-difraktometrijskom analizom (XRD). Termijska svojstva dobijenih kompozita ispitana su primenom termogravimetrijske analize. Mehanička svojstva su ispitivana metodom zatezanja, savijanja i udara kontrolisane energije. Na ovaj način je bilo moguće, merenjem apsorbovanih energija udara pre i posle starenja u vodi, što je još jedna analiza ove disertacije, kvantitativno izraziti i korelirati mehanička svojstva procesiranih kompozitnih materijala.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Do sada je predložen i ispitivan veliki broj pravaca u razvoju WPC materijala sa različitim oblicima ojačanja. Hibridni WPC materijali nalaze primenu u građevinarstvu, enterijeru, eksterijeru, auto i marinskoj industriji. S obzirom na to da strukturni kompozitni materijali koji se koriste u pomenutim industrijskim granama imaju sve veću primenu, ulaže se veliki napor u njihov razvoj. Ojačanje WPC materijala vlaknima i česticama otvorilo je nove puteve za strukturne primene ovih kompozita. Vlakna PET i čestice Al_2O_3 imaju visoku specifičnu čvrstoću, krutost i module elastičnosti i služe, pored već prisutnih vlakana drveta, kao dodatni nosioci opterećenja u kompozitu. Problem sa ojačanjima je njihova modifikacija prilikom ugradnje u kompozit. Drugi problem je otežano dispergovanje ojačanja u uzorku. Način modifikacije i procesiranja WPC mogu obezbediti efikasnu i uniformno disperziju ojačanja u polimernoj matrici. Na taj način se pogodnim izborom oblika i nivoa organizovanosti hibridnih kompozita mogu poboljšati funkcionalna, termička i mehaničkih svojstava.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

U toku izrade doktorske disertacije, kandidat je potpuno osposobljen da samostalno i kritički napravi literaturni pregled, pripremi i realizuje eksperimente, kao i da analizira dobijene rezultate. Tokom izrade doktorske disertacije je ovladao je brojnim tehnikama koje se koriste za procesiranje i karakterizaciju hibridnih WPC materijala. Kandidat poseduje sve kvalitete neophodne za naučno-istraživački rad i samostalnu prezentaciju dobijenih rezultata.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Rezultati dobijeni u ovoj doktorskoj disertaciji daju značajan doprinos razumevanju uticaja različitih ojačanja, korišćenja različitih vezujućih agensa kao i procesnih parametara na termička i mehanička svojstva dobijenih hibridnih drvo-plastičnih kompozita.

Naučni doprinos rezultata istraživanja ostvarenih u okviru ove doktorske disertacije je sledeći:

- razvoj metode dobijanja novog hibridnog kompozitnog materijala sa poboljšanim mehaničkim i termičkim svojstvima, kao i većom otpornošću na apsorpciju vlage,
- razvoj metode procesiranja vlakana metodom izvlačenja iz rastopa na bazi originalnog i otpadnog PET-a,
- doprinos proučavanju fenomenologije modifikacije hibridnih ojačanja u kompozitu
- uspostavljanje korelacije između procesnih parametara i postignutih mehaničkih, termičkih i funkcionalnih svojstava dobijenih materijala.

Na ovaj način će biti moguće dizajnirati hibridne kompozitne materijale na bazi drveta proširenim opsegom primene.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Predmet ove doktorske disertacije obuhvata istraživanja u oblasti procesiranja i karakterizacije hibridnih kompozitnih materijala sa polimernom matricom. Nedostatak WPC kompozita je vezivanje hidrofilnih drvenih vlakana i hidrofobne termoplastične matrice, što za posledicu ima smanjenje čvrstoće i žilavosti. Adhezivnost kod ovih materijala se može poboljšati korišćenjem različitih vezujućih agensa, kao što su silani, izocijanati, anhidridi maleinske kiseline i polietilen ili polipropilen. Kada se kao kompozitna matrica koristi poli(metil metakrilat) (PMMA) rezultujući WPC pored dobrih mehaničkih svojstava ima i odličan estetski izgled, zbog transparentnosti PMMA, što je i primarni razlog njegove upotrebe. Postoje različiti pristupi u poboljšanju adhezije PMMA i drvenih vlakana, a jedan od njih je primena agensa za modifikaciju površine ojačanja. U ovoj doktorskoj disertaciji korišćeni su (3-merkaptopropil)trimetoksisilan i toluen 2,4-diizocijanat (TDI). Pored toga, mehanička svojstva kompozita se mogu dizajnirati hibridnim ojačanjima, dodavanjem kratkih polimernih vlakana kao i čestica aluminijum oksida (Al_2O_3). Uloga polimernih vlakana bi bila povećanje žilavosti, dok bi aluminijum oksid uticao na tvrdoću i termička svojstva kompozita. U okviru ove disertacije izvedena su procesiranja i karakterizacija dobijenih materijala u svakoj etapi razvoja hibridnog materijala: PMMA, PMMA-drvena vlakna, tj. WPC, WPC- PET vlakna, WPC- Al_2O_3 i konačno WPC- Al_2O_3 -PET vlakna. Poseban doprinos u okviru ove disertacije je i procesiranje vlakana od otpadnog PET-a i ugradnja u kompozit čime je podcrtan i ekološki aspekt istraživanja.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Iz disertacije je do sada objavljeno šest radova: dva rada u istaknutom međunarodnom časopisu kategorije M22, tri saopštenja kategorije M34 i jedann rad kategorije M52..

Rad u istaknutom časopisu međunarodnog značaja (M 22):

1. Perisic SD., Radovic I., Petrovic M., Marinkovic A., Stojanovic D., Uskokovic P., Radojevic V.: Processing of hybrid wood plastic composite reinforced with short PET fibers, *Materials and Manufacturing Processes*, Vol. 33, No. 5, pp.572-579, 2018 (ISSN: 1042-6914, IF 2016 2,274, Materials Science, Multidisciplinary, 107/275)
2. Perišić S., Vuksanović M.M., Petrović M., Radisavljević A., Grujić A., JančićHeinemann R.M., Radojević V.: Impact of alumina particles on the morphology and mechanics of hybrid wood plastic composite materials, *Science of Sintering*, In Press; (ISSN 0350-820X, IF 2016 0.736 Materials Science, Ceramics 15/26)

Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja štampan u izvodu (M 34):

1. Perisic S., Aleksic N., Zrilic M., Trifunovic D., Stojanovic D., Radojevic V., Aleksic R.: Micromechanical Properties Of Wood Hybrid Composites, *Proceedings & Book of Abstracts of the 1st Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe*, Beograd 2013, pp. 452 (ISBN: 987-86-87183-24-7).
2. Perišić S., Radojević V., Petrović M., Zrilić M., Trifunović D., Stojanović D., Aleksić R.: Tensile And Impact Properties Of Hybrid Wood Composites, *Programme and The Book of Abstracts Sixteenth annual conference, Yucomat 2014*, Herceg Novi 2014., pp. 107 <http://www.mrs-serbia.org.rs>.
3. Perišić S., Radisavljević A., Radović I., Trifunović D., Stojanović D., Uskoković P., Radojević V.: Impact properties of hybrid wood composites, *The Book of Abstracts of 3rd Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe*, Beograd 2017, pp. 69. <http://www.mme-see.org/>

Rad u časopisu nacionalnog značaja (M52):

1. S. Perišić, M. Petrović, A. Bjelajac, A. Marinković, D. Stojanović, D. Trifunović, V. Radojević, „Uticaj modifikacije površine vlakana drveta na mehanička svojstva kompozita polimer-drvo“, *Tehnika*, vol. 71(5), str. 659-664, oktobar 2016, ISSN: 0040-2176

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Rezultati istraživanja u okviru doktorske disertacije Srđana Perišića doprinose povećanju nivoa znanja o strukturi i svojstvima hibridnih WPC materijala putem dizajniranja i modifikacije strukture.

Pregledom doktorske disertacije, Komisija je konstatovala da podneta doktorska disertacija ima sve neophodne sadržaje i rezultate, kao i da je izloženi materijal sistematizovan i dobro

organizovan. Predmet i ciljevi istraživanja su jasno navedeni, ostvareni rezultati i doprinos istraživanja su verifikovani kroz odgovarajući broj naučnih publikacija.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću TMF-a da prihvati ovaj Referat i da se doktorska disertacija Srđana Perišića, dipl. inž. tehnologije, pod naslovom "Sinteza i karakterizacija hibridnih polimernih kompozita na bazi drveta" prihvati i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, te nakon završetka procedure, pozove kandidata na usmenu odbranu doktorske disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 26.11.2018.

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Dr Vesna Radojević, redovni profesor,
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Petar Uskoković, redovni profesor,
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Radmila Jančić-Hajneman, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Dušica Stojanović, viši naučni saradnik
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Jasna Stajić-Trošić, naučni savetnik,
Univerziteta u Beogradu,
Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju



International Journal
**Science of
SINTERING**

Dear author,

We are pleased to inform you that your article "*Impact of Alumina Particles on the Morphology and Mechanics of Hybrid Wood Plastic Composite Materials*", authors: Srdjan Perisić, Marija M. Vuksanović, Milos Petrović, Andjela Radisavljević, Aleksandar Grujić, Radmila M. Jančić - Heinemann, Vesna Radojević, is accepted for publication in journal *Science of Sintering*.

Sincerely,

Editor in Chief

Academician Prof. M. M. Ristić

IISS
c/o ITN SANU
Knez-Mihailova 35/IV
11000 Belgrade
Serbia
Tel: +381112027151

scisint@sanu.ac.rs
www.iiss.sanu.ac.rs