

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ

35/116
(Број захтева)
22.05.2017.
(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 46. ст. 5. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата

НАТАШЕ (Зоран) ТОМИЋ, дипл. инж. технологије

КАНДИДАТ: **НАТАША (Зоран) ТОМИЋ, дипл. инж. технологије,**
пријавила је докторску дисертацију под називом:
„Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата“

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **16.05.2016.** године, својим актом **02 број: 61206-2280/2-16,** дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:
„ Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата “

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

НАТАШЕ (Зоран) ТОМИЋ, дипл. инж. технологије,
образована је на седници одржаној **29.12.2016.** године Одлуком Факултета под бр. **35/647** у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Radmila Jančić Heinemann	Редовни професор	Инжењерство материјала
2. Др Весна Радојевић	Редовни професор	Инжењерство материјала
3. Др Марко Ракин	Редовни професор	Инжењерство материјала
4. Др Јасна Ђонлагић	Редовни професор	Хемија макромолекула
5. Др Александар Маринковић	Доцент	Органска хемија
6. Др Весна Јовић	Научни саветник	Инжењерство материјала

Студент је уписан на докторске академске студије школске 2010/2011. године. На захтев студента, а увидом у достављена документа, декан Факултета донео је Решење број 05-29/10 од 26.06.2012. године о мировању права и обавеза у школској 2011/2012. години због неге детета до годину дана.

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **20.04.2017.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ и чл. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 20.04.2017. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Радмила Јанчић Хејнеман, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Весна Радојевић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Марко Ракин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Јасна Ђонлагић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Александар Маринковић, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Весна Јовић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: **„Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата“** коју је поднела **Наташа Томић**, дипл. инж. 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 Наташе Томић, под називом **„Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата“** Одлуком 02 број: 61206-2280/2-16 од 16. 05.2016. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M22:

1. **Nataša Z. Tomić**, B. I. Međo, D. B. Stojanović, V. J. Radojević, M. P. Rakin, R. M. Jančić-Heinemann, R. R. Aleksić, A rapid test to measure adhesion between optical fibers and ethylene–vinyl acetate copolymer (EVA), International Journal of Adhesion and Adhesives, vol. 68, pp. 341-350, 2016 (**IF=1.773**) (ISSN: 0143-7496).
2. **Nataša Z. Tomić**, Đorđe Veljović, Kata Trifković, Bojan Međo, Marko Rakin, Vesna Radojević, Radmila Jančić-Heinemann, Numerical and experimental approach to testing the adhesive properties of modified polymer blend based on EVA/PMMA as coatings for optical fibers, International Journal of Adhesion and Adhesives, International Journal of Adhesion and Adhesives, vol. 73, pp. 80-91, 2017 (**IF=1.773**) (ISSN: 0143-7496).
3. **Nataša Z. Tomić**, M. M. Dimitrijević, B. I. Međo, M. P. Rakin, R. M. Jančić Heinemann, V. J. Radojević, R. R. Aleksić, Comparison of Mechanical Behavior of SiC Sintered Specimen to Analysis of Surface Defects, Science of Sintering, vol. 46, pp. 225-233, 2014 (**IF = 0.278**) (ISSN 0350-820X).

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 Ђорђе Јанаћковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Наташе Томић, дипл. инж. технол.

Одлуком бр. 35/647 од 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Наташе Томић под насловом

Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- **Школске 2010/2011** кандидат Наташа Томић је уписала докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, одсек Инжењерство материјала. Све предмете предвиђене планом и програмом је положила са оценом 9,92.
- **Школске 2011/2012** кандидату Наташи Томић се одобрава молба за мировање дате школске године због рођења детета.
- **18.01.2016.** – Кандидат Наташа Томић је пријавила тему докторске дисертације под насловом: „**Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата**”.
- **28.01.2016.** – На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, донета је одлука (бр. 35/21) о именовању чланова комисије за оцену подобности теме и кандидата Наташе Томић, дипл. инж. технологије за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под називом: „**Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата**”.
- **14.04.2016.** – На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, донета је одлука (бр. 35/193) о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата Наташе Томић, дипл. инж. технологије и одобрава се израда докторске дисертације под називом: „**Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата**”.

- **16.5.2016.** – На седници Већа научних области техничких наука даје се сагласност (по одлуци бр. 61206-2280/2-16) на предлог теме под називом **„Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата”**.
- **29.12.2016.** – На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, донета је одлука бр. 35/647 о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом: **„Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата”**.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство (ужа научна област Инжењерство материјала), за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Ментор ове докторске дисертације је др Радмила Јанчић-Хајнеман, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, која је објавила преко 30 радова у међународним научним часописима.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Наташа Томић је рођена 1986. године. Дипломирала је 2009. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, одсек органска хемијска технологија и полимерно инжењерство, са темом Одређивања кинетичког модела бубрења хидрогелова метакрилне киселине. Уписала је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, одсек инжењерство материјала, школске 2010/2011. Све предмете предвиђене планом и програмом је положила са оценом 9,92. Школске 2011/2012 кандидату се одобрава молба за мировање године због неге детета. У оквиру свог истраживачког рада бави се добијањем и испитивањем композитних материјала са посебним освртом на адхезивне материјале као и на математичко моделовање и симулацију процеса. Године 2013. је положила стручни испит у Инжењерској комори Србије и стекла лиценцу одговорног пројектанта технолошких процеса. Кандидат је прошао ТРАИН обуке као званичан програм обуке наставно-научног особља прихваћен од стране Сената Универзитета.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Наташе Томић, дипломираног инжењера технологије, под називом **„Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата”** представљена је на 233 стране и укључује 19 табела, 139 слика, као и 214 литературна навода. После Резимеа на српском и енглеском језику следи текст организован у тринаест поглавља: Увод, Теоријски део (Оптичка влакна, Адхезиви, Полимерне бленде, Калемљење полимера, Термичка деградација полимера, Век трајања индустријских полимера, Методе карактеризације оптичких влакана и адхезива, Примена методе коначних елемената (МКЕ) у инжењерству адхезива), Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак, Литература. Поред наведених поглавља, докторска дисертација садржи и додатке прописане правилима Универзитета о подношењу докторских теза на одобравање. По форми и садржају, написана дисертација задовољава све стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У *Уводу* дисертације образложен је предмет истраживања и дефинисани су научни циљеви. Приказани су недостаци и захтеви у области експлоатације оптичких влакана као и поље потенцијалних решења на које се ослања докторска дисертација. Дат је приказ доступних метода за испитивање адхезионих ефеката као и њихових недостатака што даље води развоју нове методе у оквиру дисертације. Истакнута је могућност примене кополимера етилена и винил-ацетата као адхезива за оптичка влакна са наведеним предностима које поседује што га чини оптималним избором као адхезива за различите супstrate. Указано је на важност термичке стабилности коју адхезив треба да поседује, као и решење којим се побољшава стабилност кополимера етилена и винил-ацетата (EVA) а тиче се добијања полимерних бленди са хомополимером поли(метил-метакрилата) (PMMA). Представљени су могући начини добијања полимерних бленди, као и начини њихове модификације у циљу побољшања механичких, термичких и морфолошких својстава. Синтезом компатибилизера/адхезива путем контролисане "живе" полимеризације омогућена је контрола адхезивности дужином бочних ланаца калемљеног полимера PMMA на кополимер EVA. Истакнут је значај формирања нумеричких модела коначних елемената као корисног алата који значајно доприноси испитивању утицаја компонената адхезивног споја као и утицаја порозности, димензија, облика, и распореда пора на адхезију.

У првом поглављу *Теоријског дела - Оптичка влакна* приказан је преглед врста оптичких влакана као и њихових карактеристика. Фокус у овом поглављу је био на оптичка влакна са стакленим језгром и полимерном заштитном превлаком (*PCS-polymer coated silica*). Представљен је значај заштитних полимерних превлака за функционалност оптичких влакана. У поглављу *Адхезиви* освртом на класификацију адхезива је показана примена адхезива на различите супstrate у зависности од начина њиховог очвршћавања и њиховог хемијског састава и структуре. Детаљно је дефинисан феномен адхезије и начина побољшавања адхезионог споја. Изучавањем адхезионих спојева и начина њиховог попуштања у овом поглављу могуће је донети одлуку о квалитету успостављеног адхезионог споја. Поглавље *Полимерне бленде* описује разлог умешавања полимера и начине на које је могуће добити полимерне бленде. С обзиром да својства полимерних бленди зависе од компатибилности полимерних конституената, приказана је улога компатибилизера. Начини синтезе калемљених полимера представљени су у поглављу *Калемљење полимера* где су приказане предности "живе" полимеризације и објашњен је утицај фактора за контролисање реакције "живе" полимеризације. Поглавље *Термичка деградација полимера* представља термичка својства полимера као и механизме деградације приликом термичког третмана полимера. У поглављу *Век трајања индустријских полимера* описује се начин предвиђања века трајања полимера тестовима убрзаног старења. Методе којима се предвиђају својства материјала након одређеног временског интервала су Аренијусов однос и временско-температурна суперпозиција. У поглављу *Методе карактеризације оптичких влакана и адхезива* су описане методе које се користе за испитивање хемијске структуре (NMR, Raman, FTIR), термичких својстава (TGA, DTG, DSC, TG-MS), реолошких својстава (вискозиметрија), микроструктуре полимера (оптичка и скенирајућа електронска микроскопија, анализа слике микроструктуре, Воронојеви дијаграми и Деланијева тријангулација), механичких својстава полимерних материјала (наноиндентација, тест на истезање). Поглавље *Примена методе коначних елемената (МКЕ) у инжењерству адхезива* описује основне поставке методе коначних елемената као и њихову имплементацију у програмском пакету за прорачуне МКЕ – *Abaqus*. Дат је преглед основних елемената програма *Abaqus* као и поступака у извршењу прорачуна нумеричке симулације и параметарских анализа како би се показао значај коришћења скрипти *Python*.

У поглављу *Експериментални део* дат је преглед коришћених оптичких влакана и адхезива као и начини синтезе и припреме адхезива. Дат је шематски и сликовити приказ специјално конструисане апаратуре за наношење адхезива на оптичко влакно. Описан је процес наношења са наведеним подацима о параметрима којима се процес контролише. Представљене су методе карактеризације и наведени су уређаји који су коришћени у експерименталном испитивању материјала.

У поглављу *Резултати и дискусија* приказани су и дискутовани резултати истраживања. У овом поглављу су прво приказани резултати карактеризације оптичких влакана, при чему је анализирана хемијска структура, геометријске и механичке карактеристике. Хемијска структура заштитне полимерне превлаке оптичких влакана је испитивана у циљу успостављања одговарајућег адхезива, чиме је утврђено да је кополимер етилена и винил-ацетата оптималан избор адхезива. Геометријске карактеристике оптичких влакана су испитиване у циљу оптимизације процеса наношења адхезива подешавањем параметара наношења адхезива. Механичке карактеристике оптичких влакана које се тичу затезне чврстоће, постављају горњу границу затезне чврстоће адхезивног споја. Механичке карактеристике представљају основ за одабир оптичког влакна за испитивање адхезионих ефеката а представљају и улазне податке приком формирања модела за нумеричку симулацију адхезије.

Приликом тестирања прве групе адхезива на бази кополимера EVA са различитим садржајем винил ацетата (VA), добијене су слике са оптичког и скенирајућег електронског микроскопа које указују да су успостављени добри процесни параметри за добијање стабилног адхезивног слоја, и да је контролисан процес намотавања допринео правилном паковању влакана на калем. Предложен метод за тестирање механичких својстава контакта превлаке оптичког влакна – адхезив даје податке о максималним силама које адхезиони спој може да издржи, на основу којих је одабран адхезив на бази кополимера EVA са 18% VA (комерцијални назив *Elvax 410*). Одређено адхезионо-кохезионо попуштање ове групе адхезива показује компатибилност полимерне превлаке оптичког влакна и EVA адхезива. Нумерички модел анализира понашање EVA адхезива спојених оптичких влакана и показује концентрацију напона у адхезивном споју дуж којег главна деформација испољава значајан градијент. Представљени резултати нумеричке симулације воде закључку да приликом експлоатације оптичког влакна спојених адхезивом, значајне напоне носи адхезив чиме се чува функционалност и проток информација кроз оптичко влакно.

Следеће групе адхезива су коришћене: на бази полимерних бленди EVA/PMMA у облику физичке полимерне бленде и компатибилизоване бленде калемљеним полимерима добијеним полимеризацијом у маси насумичним калемљењем преко слободних радикала и путем контролисане "живе" полимеризације. Карактеризацијом хемијске структуре потврђена је ефикасност коришћених поступака за добијање калемљених полимера EVA-g-PMMA. Ефекат извршене компатибилизације полимерне бленде је анализиран помоћу оптичке микроскопије и скенирајуће електронске микроскопије праћењем процеса издвајања фаза, угла квашења и морфологије адхезива што се касније показује да значајно утиче на механичка својства адхезионог споја. Анализа слике, Воронојеви дијаграми и Деланијева триангулација омогућавају квантификацију морфолошких карактеристика полимерних бленди и показују постигнуту униформну порозност процесом компатибилизације.

У циљу испитивања термичке стабилности коришћених адхезива вршен је термички третман адхезива на 60 °C током 60 и 120 сати. Испитиване су хемијске, морфолошке, механичке и термичке промене адхезива подвргнутих убрзаном старењу. Резултати указују да се реакцијом калемљења (у маси преко слободних радикала или „живом” полимеризацијом) добијају адхезиви са побољшаном термичком стабилношћу услед смањеног садржаја нестабилних ацетатних група.

Нумерички модели коначних елемената су пружили увид у расподелу напона у адхезивима на бази полимерних бленди EVA/PMMA у зависности од својстава полимерне бленде, како механичких тако и морфолошких који се односе на облик и димензије пора. Ови модели су коришћени за параметарску микромеханичку анализу понашања различитих адхезива у зависности од њихове морфологије која показује велики утицај процеса компатибилизације на стабилизацију напона у адхезиву. Предложена метода за микромеханичко тестирање је брза и једноставна и може се користити као контролна метода за тестирање компатибилности влакана и адхезива.

У поглављу *Закључак* таксативно су наведени постигнути резултати који су у потпуности сагласни са постављеним циљевима дисертације и сумирањем се закључује да калемљени полимер на бази EVA-g-PMMA као адхезив или компатибилизатор у адхезивима на бази полимерних бленди EVA/PMMA представља оптималан избор у односу на потребна својства у смислу функционалности оптичких влакана током примене. Предности оваквих адхезива су термичка стабилност и задовољавајућа адхезивна својства која су побољшана применом методе „живе” полимеризације којом се добија контролисана структура калемљеног полимера. На крају рада, у поглављу *Литература*, наведена је литература коришћена током израде дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Пренос сигнала путем оптичких влакана користи се у многим важним доменима савременог друштва. Транспорт, складиштење и у појединим ситуацијама контролисано одмотавање влакна са калема представљају и даље изазов са веома специфичним захтевима у погледу осмишљавања поступка за њихово адекватно фиксирање. Ситуације у којима се влакно са калема одмотава великом брзином срећу се при коришћењу преноса информација у случају лансирања специјалних ракета које путем кабла комуницирају са базом и при томе је одмотавање калема брзо, влакно не сме да се прекине и мора да се задржи поредак влакана на калему током процеса. Да би се одговорило на овај захтев потребно је направити адхезив који треба да задржи влакна на калему, да адхезија омогући одмотавање влакна без прекида и да буде постојаних својстава током складиштења које може да се обавља и у условима повишене температуре.

Да би се остварила адхезија одабран је систем адхезива који показује компатибилност са завршном превлаком оптичког влакна, даје могућности подешавања својстава и показује постојаност приликом складиштења.

Математичко моделовање омогућава увид у расподелу напрезања унутар материјала и сагледавање утицаја морфолошких и хемијских својстава адхезива на пренос оптерећења и даје могућност да се процес разуме и да се пројектује спој са увидом у међусобни утицај структуре, својстава и процеса прераде материјала што је у основи свих истраживања у науци и инжењерству материјала.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је цитирано 214 референци од којих је велики број референци које су настале у последњих 15 година. Подешавање својстава полимера варирањем структуре полимерних ланаца, математичко моделовање адхезије и понашања склопова који су спојени адхезивом представља област у којој се обављају савремена истраживања. Преглед литературе пружио је основу за објашњавање феномена који су уочени и који одређују понашање адхезивног споја. Литературни наводи коришћени су за поткрепљивање закључака и анализу резултата.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Приликом карактерисања адхезивног споја потребно је одабрати поуздану и брзу методу за мерење ефикасности спајања елемената. У ту сврху осмишљена је метода којом се спој два влакна карактерише коришћењем машине за испитивање затезањем при чему се добијају подаци о типу лома и о силама које су потребне да до лома дође.

Морфологија и тип лома испитани су помоћу оптичке и електронске микроскопије комбиноване са алатима за анализу слике како би се морфолошка својства уочена у микроструктури могла квантификовати и пренети на микромеханички модел простирања напрезања у адхезивном споју.

Како би се разматрало какво се поље напона развија током испитивања адхезивности развијен је математички модел расподеле напрезања у испитиваном споју који је решен методом коначних елемената. Резултат решавања овог модела даје могућност сагледавања расподеле напрезања, критичних вредности напрезања, уочавања критичних места и поређења са експериментално уоченим изгледом прелома.

За карактеризацију оптичких влакана коришћена је оптичка и скенирајућа електронска микроскопија (SEM) у циљу испитивања морфологије; тест на истезање за утврђивање затезне чврстоће оптичког влакна; наноиндентација за утврђивање еластичних својстава заштитне полимерне превлаке оптичког влакна; инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом (FTIR) за карактеризацију хемијског састава полимерне превлаке оптичког влакна. За испитивање адхезивности коришћено је оптичко влакно са најбољим механичким својствима (оптичко влакно под називом SFM 28+ corning). На основу анализе хемијског састава полимерне превлаке на оптичком влакну утврђено је да EVA има задовољавајућу компатибилност са завршном превлаком што је отворило могућност развоја адхезива базираних на том полимеру.

Пошто је кополимер етилена и винил-ацетата (EVA) био основа за израду адхезива испитана су четири типа адхезива EVA у толуену, полимерне бленде EVA и поли(метил-метакрилата) (PMMA) (EVA/PMMA), калемљени кополимер EVA-g-PMMA добијен полимеризацијом у маси и контролисаном "живом" полимеризацијом, и полимерне бленде EVA/PMMA компатибилизоване наведеним калемљеним кополимерима. Ови адхезиви синтетисани су у одговарајућим условима и коришћењем раствора ових адхезива у толуену нанети су на повшину влакна у специјално конструисаној апаратури и у наставку процеса влакно са адхезивом намотано је на калем под условима контролисаног намотавања како би се омогућило оптимално слагање влакана.

За карактерисање хемијске структуре адхезива коришћене су спектроскопске методе FTIR, NMR, Raman како би се испитала хемијска структура адхезива и врста потенцијалне везе која може да се успостави између адхезива и оптичког влакна. Оптичком микроскопијом је утврђен тип адхезионог лома који је указивао на разлику у адхезивности коришћених полимерних адхезива. Ефекат компатибилизације праћен је путем оптичке микроскопије посматрањем издвајања фаза полимерних бленди и одређивањем угла квашења оптичког влакна. Испитивана су својства адхезива након убрзаног старења на 60 °C током 60 и 120 сати.

Пошто је један од услова за избор адхезива и његово добро понашање при старењу изведена су испитивања убрзаног старења. Деградација полимера праћена је симултаном термогравиметријском анализом са масеном спектроскопијом (TGA/MS).

3.4. Применљивост остварених резултата

Остварени резултати показују међузависност између начина избора хемијског састава адхезива, начина његове синтезе и остварене микроструктуре са понашањем адхезива при спајању оптичких влакана. Показано је како структура и начин припреме адхезива имају утицаја на морфологију добијеног полимера и како се може утицати на адхезивна својства.

Помоћу ових истраживања могуће је одабрати начин припреме адхезива за специфичне потребе. На основу методе брзог испитивања адхезива у склопу који одговара реалним условима спајања оптичких влакана омогућено је брзо и ефикасно сагледавање својстава као и одабир методе за подешавање својстава.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Наташа Томић је од почетка свог бављења истраживачким радом показивала склоност ка експерименталном раду и осмишљавању експеримента. У оквиру израде тезе и упоредног ангажовања у оквиру групе на Катедри за конструкционе материјале показала је способности за анализу експерименталних резултата, постављање и решавање математичких модела и упоредну анализу експерименталних и нумеричких резултата како би се дошло до адекватних објашњења за уочене феномене. Током израде тезе Наташа Томић је показала самосталност у раду али и способности за рад у тиму што је квалификује за самостални и тимски рад у научној истраживању.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Повезивање својстава адхезива за оптичка влакна са његовим хемијским саставом, начином припреме и наношења као и са структурним параметрима представљају допринос ове докторске дисертације посебно у смислу:

- Дефинисање оптималног састава адхезива и корелација својстава површинског слоја оптичког влакна са избором хемијског састава адхезива.
- Пројектовање и израда апаратуре за конторлисано наношење адхезива на оптичка влакна и оптимизовање рада апаратуре како би се постигао оптималан поредак оптичких влакана на калему за намотавање.
- Осмишљавање брзе методе за мерење адхезивности остварене коришћењем адхезива за повезивање оптичких влакана.
- Развој и примена математичког модела за разматрање стања напона у споју између два оптичка влакна и коришћење овог модела за разумевање понашања адхезива у зависности од њихове микроструктуре и хемијског састава.
- Дефинисање оптималних параметара синтезе адхезива и анализа својстава ових полимера, полимерних смеша и калемљених полимера како би се оптимизовао процес спајања оптичких влакана.
- Допринос проучавању старења адхезива како би се проценило његово понашање при дуготрајном складиштењу. Испитивање деградације адхезива и праћење процеса који се у адхезиву дешавају током старења.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживања у оквиру ове дисертације су била усмерена у правцу разумевања процеса који доприносе адхезивном спајању оптичких влакана при чему је требало оптимизовати адхезивна својства тако да се приликом одмотавања влакно не прекине, али и спречити да услед центрифугалне силе не дође до уплитања влакана. Како би се овај процес што боље разумео урађена је микромеханичка анализа процеса спајања која омогућава повезивање адхезивних својстава која се огледају у развоју стања напрезања у споју у зависности од хемијског састава и морфолошких својстава адхезива. Када је ова анализа изведена испитано је и објашњено понашање више система адхезива са гледишта микромеханичке анализе што је омогућило да се дефинише начин синтезе и избора адекватног материјала за специфичне

услове спајања. Проучавањем релевантне литературе није пронађен довољно детаљан опис и решење овог захтева па ова докторска дисертација представља оригинални допринос научном сагледавању овог сложеног практичног захтева.

4.3. Верификација научних доприноса

Током израде тезе кандидат Наташа Томић објавила је више научних радова и учествовала је на више конференција са резултатима свог истраживања. Из тезе су непосредно произашла два рада категорије M22 у часопису који је најбољи у категорији часописа који се баве адхезивима. Трећи рад категорије M22 разрађује нумеричку методу која је касније коришћена у анализи понашања адхезива при изради докторске дисертације. Кандидат је имао и више саопштења везаних за тему докторске дисертације (3 саопштења категорије M33, и 6 саопштења категорије M43).

Категорија M22:

1. **Nataša Z. Tomić**, B. I. Međo, D. B. Stojanović, V. J. Radojević, M. P. Rakin, R. M. Jančić-Heinemann, R. R. Aleksić†, A rapid test to measure adhesion between optical fibers and ethylene–vinyl acetate copolymer (EVA), International Journal of Adhesion and Adhesives, vol. 68, pp. 341-350, 2016 (**IF=1.773**) (ISSN: 0143-7496).
2. **Nataša Z. Tomić**, Đorđe Veljović, Kata Trifković, Bojan Međo, Marko Rakin, Vesna Radojević, Radmila Jančić-Heinemann, Numerical and experimental approach to testing the adhesive properties of modified polymer blend based on EVA/PMMA as coatings for optical fibers, International Journal of Adhesion and Adhesives, International Journal of Adhesion and Adhesives, vol. 73, pp. 80-91, 2017 (**IF=1.773**) (ISSN: 0143-7496).
3. **Nataša Z. Tomić**, M. M. Dimitrijević, B. I. Međo, M. P. Rakin, R. M. Jančić Heinemann, V. J. Radojević, R. R. Aleksić, Comparison of Mechanical Behavior of SiC Sintered Specimen to Analysis of Surface Defects, Science of Sintering, vol. 46, pp. 225-233, 2014 (**IF = 0.278**) (ISSN 0350-820X).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација Наташе Томић, дипломираног инжењера технологије, под називом „**Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата**“ сагледава процес спајања оптичких влакана на начин на коме је заснована наука о материјалима повезујући понашање адхезива којим су спојена оптичка влакна са хемијским саставом адхезива и његовим морфолошким карактеристикама дајући увид у понашање овог материјала у условима експлоатације. Како би се оптимизовао процес спајања оптичких влакана испитано је неколико система адхезива на бази полимера који је компатибилан са површинским слојем оптичког влакна и испитане су хемијске модификације које доприносе побољшању својстава спајања, али и термичкој и временској постојаности адхезива како би се обезбедило његово дуготрајно складиштење у условима у којима је могуће да дође до деградације адхезива. Одабран је адекватан адхезив и објашњено је како се сваки од испитаних система понаша у условима експлоатације. Како би се добио поуздан и ефикасан начин испитивања развијена је метода за брзо испитивање адхезивног споја и резултати ових испитивања послужили су за развој и тестирање математичког модела.

На основу прегледа дисертације и сагледавања научних резултата остварених и презентованих у оквиру тезе Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета да се докторска дисертација под називом „**Микромеханичка својства и термичка стабилност адхезива за оптичка влакна на бази кополимера етилена и винил-ацетата**“ кандидата Наташе Томић, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
1. Др Радмила Јанчић Хајнеман, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
2. Др Весна Радојевић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
3. Др Марко Ракин, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
4. Др Јасна Ђонлагић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
5. Др Александар Маринковић, доцент
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
6. Др Весна Јовић, научни саветник
Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и
металургију

У Београду, 06.04.2017.