

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Александре Н. Јелић

Одлуком 35/57. бр. од 2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Александре Н. Јелић под насловом

„Механичка и термичка својства синтетисаних нанокмпозитних материјала на бази халојзита и калцијум-силиката“

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 2016/2017, кандидат Александра Јелић, мастер хемијског инжењерства уписује докторске академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Инжењерство материјала.
- 30.01.2020. Катедра за опште техничке науке, Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду је предложила Комисију за оцену научне заснованости теме кандидата Александре Јелић под насловом Механичка и термичка својства синтетисаних нанокмпозитних материјала на бази халојзита и властонита“ у следећем саставу: др Славиша Путић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Љубица Миловић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Александар Маринковић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Мирослав Драмићанин, научни саветник Института за нуклеарне науке „Винча“ и редовни професор Физичког факултета Универзитета у Београду, др Зијах Бурзић, научни саветник Војнотехничког института у Београду, која је именована Одлуком бр. 35/13.
- 30.01.2020. кандидат Александра Јелић је предложила тему докторске дисертације под називом „Механичка и термичка својства синтетисаних нанокмпозитних материјала на бази халојзита и властонита“
- На седници Наставно-научног већа 05.03.2020. донета је одлука о прихватању Реферата Комисије о оцени подобности теме и кандидата и одобрена је израда докторске дисертације под називом „Механичка и термичка својства синтетисаних нанокмпозитних материјала на бази халојзита и калцијум-силиката“ (Одлука бр. 35/43)

- Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на електронској седници одржаној од 24.04.2020. до 30.04.2020. године дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (02 број: 61206-1475/2-20)
- Дана 10.03.2022. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је Одлука бр. 35/57 о именовану Комисије за оцену докторске дисертације Александре Јелић, под називом „Механичка и термичка својства синтетисаних нанокопозитних материјала на бази халојзита и калцијум-силиката“ у саставу др Александар Маринковић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Љубица Миловић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Марина Стаменовић, научни сарадник и професор струковних студија Академије техничких струковних студија Београд, др Зијаж Бурзић, научни саветник Војнотехничког института у Београду.

## 1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру докторске дисертације припадају научној области Инжењерство материјала за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Ментор, др Славиша Путић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду, је, на основу досадашњег научног искуства и објављених научних публикација, компетентан да руководи израдом ове докторске дисертације.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Александра Н. Јелић рођена је 30.08.1992. у Пријеполу, Република Србија. На Технолошко-металуршки факултет, Универзитета у Београду, студијски програм Биохемијско инжењерство и биотехнологија, уписала се 2011. године, где је у септембру 2015. на Катедри за опште техничке науке успешно одбранила Завршни рад са оценом 10. Мастер академске студије је уписала 2015/16. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство. Завршни мастер рад „Прорачун изреза на омотачу колоне на месту прикључака“ је одбранила септембра 2016. године на Катедри за опште техничке науке са оценом 10 и просечном оценом током студија 9,38. Докторске студије уписала је 2016. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Инжењерство материјала. Током докторских студија положила је све испите предвиђене наставним програмом, просечном оценом 10,00

У Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета је од марта 2017. до децембра 2019. године била ангажована као истраживач приправник на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ТП 35011 „Интегритет опреме под притиском при истовременом деловању замарајућег оптерећења и температуре“ под руководством проф. др Љубице Миловић. У јулу 2017. стекла је звање истраживач приправник. До 15.10.2020. била је запослена у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета. Дана 5.11.2020. Наставно-научно веће Технолошко-металуршког факултета донето је решење о стицању звања Истраживач сарадник.

Наставно-стручно веће Одсека Београдска политехника Академије техничких струковних студија Београд 15.10.2020. је донело одлуку о именовану Александра Јелић у звање Наставника вештина за ужу стручну област Методе и технике испитивања материјала. Дана 16.10.2020. засновала је радни однос за обављање послова наставника вештина за ужу стручну област Методе и технике испитивања материјала у Високој школи струковних студија – Београдска политехника. На Академији техничких струковних студија Београд је

ангажована приликом извођења наставе на основним и мастер студијама на следећим предметима: Материјали, Амбалажа 2, Енергетско искоришћење отпадних материјала, Методе и технике испитивања графичких материјала, Оцењивање животног циклуса, Обновљиви извори енергије, Савремени амбалажни материјали и паковања, Практикум рециклажних технологија и Материјали у ентеријеру.

Била је члан програмског одбора 10 саветовања националног значаја и члан организационог одбора скупа „Политехника 6“.

Учествовала је на Такмичењу за најбољу технолошку иновацију 2021. међу студентским тимовима као део тима ТМФлотатори са идејом Иновативна технологија производње нових флотационих и антикорозивних флотореагенаса, која је изабрана међу 5 најбољих идеја међу студентским тимовима Републике Србије.

Говори енглески, француски и македонски језик.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Александре Јелић, мастер хемијског инжењерства, под називом „Механичка и термичка својства синтетисаних нанокопозитних материјала на бази халојзита и калцијум-силиката“, написана је српском језику на 120 страна, од којих је 107 страна нумерисано, и садржи 53 слике, 13 табела и 230 литературних навода. Наведена докторска дисертација садржи поглавља следећих назива: Увод, Теоријски део, Циљ истраживања, Експериментални део, Резултати и дискусија, Литература, Биографија кандидата, као и потписане прилоге са Изјавама о ауторству, о истоветности штампане у електронске верзије докторског рада, изјаву о коришћењу, и Оцену извештаја о провери оригиналности докторске дисертације. Дисертација садржи и сажетак на српском и енглеском језику. Докторска дисертација под називом: „Механичка и термичка својства синтетисаних нанокопозитних материјала на бази халојзита и калцијум-силиката“, по свом облику и садржају испуњава стандарде за докторске дисертације које се бране на Универзитету у Београду.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

*Увод* дисертације садржи образложење предмета истраживања и дефинисане научне циљеве дисертације, као и теоријске основе на којима је докторска дисертација заснована, а у вези синтезе и карактеризације наноконтропозитних материјала на бази халојзита (ХНТ) и калцијум-силиката.

*Теоријски део* садржи приказ доступне литературе на халојзита, структуре, својстава, примене и метода функционализације и калцијум-силиката, као и припреме полимерних наноконтропозитних материјала. Теоријски део је подељен на следећа поглавља:

1. *Халојзитне нанотубе – структура* – садржи релевантне податке о структури халојзита;
2. *Халојзитне нанотубе – својства и примена* – садржи релевантне податке о својствима халојзита изазваних структуром и могуће примене;
3. *Функционализација ХНТ* – садржи литературни преглед модификација халојзита и утицаја на примену; односи се на деконтаминацију, нековалентну и ковалентну модификацију халојзита;
4. *Калцијум – силикати* – садржи литературни преглед својстава волостонита, дикалцијум силиката и трикалцијум силиката и њихову потенцијалну примену; и

5. *Методе припреме полимерних наноконтропозитних материјала* – садржи потенцијалне методе припреме наноконтропозитних материјала са полимерном матрицом, њихове предности и недостатке.

*Циљ истраживања* садржи основе припреме наноконтропозитних материјала на бази халојзита и калцијум-силиката, као и методе карактеризације примењених и синтетисаних материјала.

У *Експерименталном делу* су наведени сви реагенси, хемикалије и материјали примењени током израде експерименталног дела докторске дисертације; детаљно су описани експериментални поступци синтезе и карактеризације испитиваних материјала, уз навођење стандарда, апаратуре, инструмената, опреме и софтверских пакета коришћених приликом експерименталног рада и обраде и анализе резултата. Објашњен је детаљан поступак површинске модификације халојзита помоћу (3-Глицидилоксипропил)триметоксисилана, (3-аминопропил)триетоксисилана и бисфенол А диглицидилетра. Такође, дат је детаљан поступак синтезе дикалцијум силиката, магнезијум силиката, воластонита и трикалцијум силиката. Физичко-хемијска својства немодификованог и модификованог халојзита су испитана и потврђена аналитичким методама одређивања епоксидног и аминског броја, анализом Фуријеове трансформације инфрацрвене спектроскопије, Рендгенском дифракционом анализом. Термичка својства халојзита су одређена помоћу термогравиметријске и деривативне термогравиметријске анализе. Синтетисани калцијум-силикати су испитани анализом Фуријеове трансформације инфрацрвене спектроскопије, Рендгенском дифракционом анализом, скенирајућом електронском микроскопијом. Услови извођења наведених метода анализе су наведени у овом делу. Детаљно су описани поступци припреме наноконтропозитних материјала ојачаних немодификованим и модификованим халојзитним нанотубама и синтетисаним калцијум-силикатима. Наноконтропозитни материјали који садрже халојзитне нанотубе су испитани на затезање; изведена је анализа узорака помоћу трансмисионе електронске микроскопије; скенирајућом електронском микроскопијом је анализирана површина лома узорака; термичка својства су испитана стандардном методом за одређивање горивости материјала, термогравиметријском и деривативном термогравиметријском анализом. Услови извођења свих наведених метода су детаљно описани. Уз то, карактеризација наноконтропозитних материјала ојачаних калцијум-силикатима је изведена испитивањем на затезање уз примену 3Д методе корелације дигиталних слика, након чега је површина лома узорака анализирана 3Д скенирањем; добијени узорци су испитани трансмисионом електронском микроскопијом; термичка својства материјала су испитана стандардним тестом испитивања горивости материјала и динамичко-механичком анализом. Поступак извођења наведених метода је детаљно описан.

*Резултати и дискусија* обрађују резултате добијене током израде докторске дисертације. Састоји се из следећих поглавља:

1. *Карактеризација немодификованих/модификованих ХНТ* – која се садржи резултате добијене одређивањем епоксидне еквивалентне масе и аминског броја модификованих халојзитних нанотуба, резултате о структури немодификованих и модификованих ХНТ на основу анализе изведене Фуријеовом трансформацијом инфрацрвене спектроскопије и рендгенске дифракционе анализе. Такође, у овом поглављу су приказани и објашњени резултати добијени термогравиметријском и деривативном термогравиметријском анализом. Добијеним подацима се дошло до сазнања да је површинска модификација ХНТ успешно изведена.
2. *Карактеризација силикатних честица* – садржи резултате о структури синтетисаних калцијум-силиката на основу анализе изведене Фуријеовом трансформацијом инфрацрвене спектроскопије, рендгенске дифракционе анализе и скенирајуће електронске микроскопије. Добијеним подацима о структури калцијум-силиката се дошло до сазнања да су дикалцијум силикатне, дикалцијум силикатне и воластонитне

честице успешно синтетисане модификованим поступцима сагоревања у односу на оне наведене у литератури.

3. *Карактеризација ХНТ/епокси нанокомполитних материјала* – даје приказ добијених затезних својстава материјала испитиваних на затезање, након чега је скенирајућом електронском микроскопијом изведена анализа површине лома испитиваних материјала и трансмисиона електронска микроскопија како би се добио увид од дисперзији ХНТ у епоксидној матрици и утицају на механичка својства материјала; други део овог поглавља се односи на резултате добијене термогравиметријском и деривативном термогравиметријском анализом синтетисаних нанокомполитних материјала, њихова термичка својства и класификацију на основу изведених тестова горивости. Објашњен је утицај структуре ХНТ и површинске модификације ХНТ на дисперзију ХНТ у епоксидној матрици и даљи утицај коначна затезна и термичка својства припремљених материјала. Немодификоване халојзитне нанотубе су побољшале својства новосинтетисаних нанокомполитних материјала, али у мањој мери у односу на модификоване ХНТ. Модификоване ХНТ су у знатној мери мање агломерисале у односу на немодификоване ХНТ. Добијени резултати указали су на значај површинске модификације ХНТ на дисперзију у епоксидној матрици и стварање јаче интеракције између њих што је, даље, довело до побољшања коначних својстава добијених нанокомполитних материјала.
4. *Карактеризација нанокомполитних материјала ојачаних силикатним наночестицама* – даје увид у резултате добијене испитивањем наведених материјала на затезање уз примењену методу 3Д корелације дигиталних слика. Такође, 3Д скенирањем површине лома материјала, добијене су детаљне информације о понашању и лому материјала приликом испитивања на затезање. Трансмисионом електронском микроскопијом дошло се до података о дисперзији калцијум-силикатних честица у епоксидној матрици. Динамичко-механичком анализом су добијени подаци о вискоеластичним својствима материјала и интеракцији између калцијум-силиката и епоксидне матрице. Тестом горивости је изведена класификација материјала према UL 94 стандарду. Дисперзија калцијум-силиката у епоксидној матрици, добијена затезна и термичка својства материјала су објашњена структуром калцијум-силиката и интеракцијама са епоксидном матрицом.

*Закључак* садржи систематично приказане закључке које је кандидат издвојио на основу представљених резултата у докторској дисертацији, њихов значај и образложење иновативности припремљених нанокомполитних материјала.

*Литература* садржи списак коришћених референци, навода књига, поглавља, радова, стандарда испитивања релевантних за предмет истраживања ове докторске дисертације.

Дисертација садржи биографију кандидата, изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада, Изјаву о коришћењу и Оцену извештаја о провери оригиналности докторске дисертације потписане од стране ментора.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### **3.1. Савременост и оригиналност**

Комполитни материјали ојачани наночестицама, с обзиром на могућности широке примене, изазивају велико интересовање у различитим научним областима. Разумевање хемијске структуре и морфологије, метода синтезе и функционализације уграђених наночестица, као и

метода процесирања нанокмпозитних материјала је од значаја за побољшање својстава истих.

Докторска дисертација Александре Н. Јелић се бави синтезом нанокмпозитних материјала ојачаних халојзитним нанотубама и калцијум-силикатима са циљем побољшања својстава новосинтетисаних материјала у односу на почетни. Један од главних проблема приликом припреме нових материјала је била потенцијална агломерација наночестица у епоксидној смоли као матрици која би као таква водила до негативних ефеката у ојачавању материјала. Спроведена истраживања су довела до нових сазнања и метода са циљем спречавања агломерације наночестица утицаја поступака модификације халојзитних нанотуба, начина синтезе калцијум-силикатних наночестица и побољшане међуфазне адхезије са епоксидном матрицом, односно до поспешене дисперзије наночестица у истој, што је даље довело до побољшања механичких и термичких својстава нових материјала.

Халојзитне нанотубе су модификоване применом 2 силанска модификатора: 3-Глицидилоксипропилтриметокси силана и 3-Аминопропилтриметокси силана. Халојзитне нанотубе модификоване помоћу 3-Аминопропилтриметокси силана су даље модификоване помоћу 2,2-Бис[4-(глицидилокси)фенил] пропана. На тај начин, изведена је ковалентна функционализација површине нанотуба и веће реактивности међу епоксидним и аминским компонентама система. Комерцијалне нанотубе и модификоване нанотубе су уграђене заједно и одвојено у епоксидну матрицу и испитиван је њихов утицај на механичка и термичка својства материјала у односу на почетни материјал.

Калцијум-силикатне наночестице волстонита, дикалцијум силиката и трикалцијум силиката су добијене различитим поступцима сагоревања и, као такве, уграђене су у епоксидну смолу као матрицу. Резултати испитивања добијених нанокмпозитних материјала су довели до сазнања о побољшаним механичким и термичким својствима материјала у односу на почетни материјал.

Детаљним увидом у докторску дисертацију и добијене резултате, закључено је да спроведена опсежна испитивања прате савремене трендове указујући на значај испитиване проблематике.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У оквиру докторске дисертације Александре Н. Јелић, цитирано је 230 литературних навода од којих је већи број новијег датума, релевантних у испитиваној проблематици. Поред научних радова, као литературни наводи су наведене књиге, поглавља у књигама тематике коју ова докторска дисертација обрађује. Детаљном анализом резултата приказаних у наведеној литератури, изложене су полазне хипотезе и основне смернице истраживања спроведених у овој докторској дисертацији. Изведен је преглед литературе као основа за планирање и извођење експеримената, обраду добијених резултата и дискусију истих у контексту актуелних савремених светских трендова и истраживања која су релевантна последњих година.

На основу списка наведене литературе и објављених радова које је кандидат приложио, уочено је адекватно познавање предметне области истраживања и познавање тренутних истраживања исте тематике у свету.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Добијени резултати приказани у овој докторској дисертацији су доказани одговарајућим експериментима и савременим аналитичким мерењима.

Најпре је изведена површинска модификација халојзитних нанотуба помоћу силанских модификатора. Уведене функционалне групе су имале улогу у обезбеђењу адекватне везе између нанотуба и епоксидне матрице. Комерцијалне нанотубе и модификоване нанотубе су одвојено и заједно, у различитим процентуалним односима, уведене као ојачање у епоксидну

смолу и испитивана су својства добијених нанокмпозитних материјала. Модификоване нанотубе су аналитички испитиване у циљу одређивања епоксидног односно аминског броја; изведена је њихова анализа помоћу Фуријеове трансформације инфрацрвене спектроскопије рендгенска дифракциона анализа и термогравиметријска и диференцијална термогравиметријска анализа. Нанокмпозитни материјали ојачани халојзитним нанотубама су испитани на затезање и изведене су анализа скенирајуће електронске микроскопије и трансмисионе електронске микроскопије; изведени су тестови горивости и термогравиметријска и диференцијална термогравиметријска анализа.

Калцијум-силикатне наночестице су синтетисане различитим методама сагоревања и њихова својства су испитана анализом Фуријеове трансформације инфрацрвене спектроскопије и рендгенском дифракционом анализом, као и анализом скенирајуће електронске микроскопије. Добијене калцијум-силикатне честице су, даље, уграђене у епоксидну матрицу и добијени нанокмпозитни материјали су испитани на затезање уз 3Д Дигиталну корелацију слика; изведени су анализа трансмисионе електронске микроскопије и 3Д скенирање површине лома материјала, тестови горивости, динамичко-механичка анализа нанокмпозитних материјала и одређена је вискозност неумрежене епоксидне матрице и суспензије епоксидне матрице и максималног процента калцијум-силиката и епоксидне смоле.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Након поређења резултата приказаних у оквиру ове докторске дисертације са досадашњим резултатима објављеним од стране других истраживачких група, закључили смо да је остварен значајан допринос у развоју нових нанокмпозитних материјала на бази халојзитних нанотуба и калцијум-силикатних наночестица побољшаних механичких и термичких својстава. Додавање ових ојачања одговарајућих димензија, мдофолошких својстава и површинске функционализације је довело до побољшања крајњих физичких, механичких и термичких својстава епоксидне смоле као матрице. Поред тога, на основу резултата, може се предложити адекватан избор метода модификације и синтезе наночестица које за циљ имају смањење агломерације, те побољшање дисперзије коришћених наночестица у епоксидној смоли.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Спровођењем иновативних истраживања током израде докторске дисертације, кроз самоиницијативу и самосталност у планирању и реализацији експеримената, обради, анализи и дискусији добијених резултата и припреми публикација, кандидат Александра Н. Јелић, мастер инжењер технологије, показала је стручан, аналитичан и инжењерски приступ приликом истраживања. Део резултата свог истраживачког рада Александра Н. Јелић је представила у оквиру 2 рада објављена у монографији међународног значаја (M14), једног рада у врхунском међународном часопису (M21), једног рада у истакнутом међународном часопису (M22), једног рада у међународном часопису (M23), два рада у националном часопису међународног значаја (M24), два саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33), три саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34), једном раду у часопису националног значаја (M51), 13 предавања по позиву са скупа националног значаја штампана у целини (M61), 9 радова предавања по позиву са скупа националног значаја штампана у целини (M63).

Комисија је мишљења да кандидат Александра Н. Јелић поседује квалитете неопходне за самосталан научно-истраживачки рад.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

#### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Резултати добијени у оквиру истраживања приказаног у докторској дисертацији кандидата Александре Н. Јелић дају значајан допринос у разумевању синтезе, модификације, метода припреме и примене нанокмпозитних материјала на бази епоксидне смоле ојачане помоћу два типа ојачања: халојзитних нанотуба и калцијум-силикатних наночестица. Најзначајнији научни доприноси, проистекли из испитивања приказаних у оквиру докторске дисертације су:

- Површинска модификација халојзитних нанотуба помоћу силанских модификатора;
- Добијање калцијум-силикатних наночестица помоћу метода сагоревања;
- Испитивање утицаја функционализације на побољшање интеракција и компатибилности модификованих нанотуба са епоксидном матрицом и метода припреме калцијум-силиката водећи до боље дисперзије нанојачања у епоксидној матрици; и
- Испитивање утицаја дисперзије нанојачања на крајња механичка и физичка својства материјала.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Проучавањем нанокмпозитних материјала кроз бројне теоретске и експерименталне приступе, дошло се до нових сазнања о структури нанокмпозитних материјала и утицаја структуре на крајња својства и примену истих. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације су конципирана након детаљне анализе литературе из области синтезе, припреме, карактеризације и примене нанокмпозитних материјала на бази халојзитних нанотуба и калцијум-силиката. Као полазни материјал је коришћена комерцијална епоксидна смола која је, даље, ојачана помоћу комерцијалних и модификованих халојзитних нанотуба и калцијум-силиката синтетисаних различитим методама сагоревања.

Како би био објашњен утицај синтезе, модификације и начина припреме материјала, од великог је значаја разумевање структуре и морфологије, начина синтезе, функционализације и процесирања наночестица као основних конституената нанокмпозитних материјала. Уколико су наночестице и нанокмпозитни материјали припремљени на адекватан начин односно применом одговарајућих метода, могу довести до побољшања свеукупних својстава добијених нанокмпозитних материјала.

У овој докторској дисертацији су коришћена два типа наночестица. Халојзитне нанотубе су уграђене у епоксидну матрицу као комерцијалне и површински модификоване помоћу 2 силанска модификатора: 3-Глицидилоксипропилтриметокси силана и 3-Аминопропилтриметокси силана. Халојзитне нанотубе модификоване помоћу 3-Аминопропилтриметокси силана су даље модификоване помоћу 2,2-Бис[4-(глицидилокси)фенил] пропана. Ковалентном функционализацијом, повећан је удео епокси односно аминске компоненте на површини нанотуба, те је повећана реактивност нанотуба уграђених у епоксидну матрицу.

Калцијум-силикатне наночестице волстонита, дикалцијум-силиката и трикалцијум-силиката су припремљене сагоревањем и, као такве, уграђене у епоксидну матрицу.

Како на крајња својства нанокмпозитних материјала утичу однос димензија наночестица, запремински удео, облик и основна површина, као и интеракције са епоксидном матрицом, у овој докторској дисертацији се низом експерименталних испитивања дошло до сазнања о утицају процеса површинске модификације халојзитних нанотуба на својства нанотуба, процесу сагоревања као методе за добијање различитих типова калцијум-силиката, интеракције са епоксидном матрицом и укупна својства нових материјала у која су наночестице инкорпорирани.



Истраживања у овој докторској дисертацији су отворила нове правце за даљи развој нових наноконтропитних материјала на бази халојзитних нанотуба и калцијум-силикатних честица ради добијања материјала побољшаних механичких и термичких својстава.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Александра Н. Јелић је резултате истраживања добијене у току израде ове докторске дисертације потврдила објављивањем радова у часописима међународног значаја и у поглављу монографије међународног значаја. Из дисертације су проистекли следећи радови:

##### Категорија M14:

1. **Jelić, A.,** Božić, A., Stamenović, M., Sekulić, M., Porobić, S., Dikić, S., Putić, S.: Effects of Dispersion and Particle-Matrix Interactions on Mechanical and Thermal Properties of HNT/Epoxy Nanocomposite Materials, In: Mitrovic N., Mladenovic G., Mitrovic A. (eds) *Experimental and Computational Investigations in Engineering*. CNNTech 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 153, pp. 310-325, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58362-0\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58362-0_18) (ISBN 978-3-030-58361-3)

##### Категорија M21:

1. **Jelić, A.,** Sekulić, M., Travica, M., Gržetić, J., Ugrinović, V., Marinković, A. D., Božić, A., Stamenović, M., Putić, S.: Determination of mechanical properties of epoxy composite materials reinforced with silicate nanofillers using Digital Image Correlation (DIC), *-Polymers*, 2022, vol. 14, no. 6, pp. 1255, <https://doi.org/10.3390/polym14061255> (IF=4.329) (ISSN 2073-4360).

##### Категорија M22:

1. **Jelić, A.,** Marinković, A., Sekulić, M., Dikić, S., Ugrinović V., Pavlović, V., Putić, S.: Design of halloysite modification for improvement of mechanical properties of the epoxy based nanocomposites. *Polymer Composites*. 2021; vol. 42, no. 5, pp. 2180–2192. <https://doi.org/10.1002/pc.25967> (IF= 3.171) (ISSN 1548-0569)

##### Категорија M33:

1. **Jelić, A.,** Božić, A., Stamenović, M., Sekulić, M., Porobić, S., Dikić, S., Putić, S.: Effects of Dispersion and Particle-Matrix Interactions on Mechanical and Thermal Properties of HNT/Epoxy Nanocomposite Materials, *Programme and the book of Abstracts, International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies – CNN TECH 2020*, Zlatibor, 2020, pp. 82

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега наведеног, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Александре Н. Јелић, мастер инжењера технологије, под насловом „Механичка и термичка својства синтетисаних нанокмпозитних материјала на бази халојзита и калцијум-силиката“ представља значајан и оригиналан научни допринос у датој области, као што је потврђено кроз објављивање радова у часописима међународног значаја. Предмет и циљеви су јасно постављени, наведени и у потпуности остварени. Комисија је мишљења да предметна докторска дисертација у потпуности задовољава захтеване критеријуме, те да је кандидат приликом израде дисертације показао изузетну научно-истраживачку способност у свим фазама израде ове докторске дисертације.

Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос добијених резултата, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај Реферат и поднету дисертацију кандидата Александре Н. Јелић, мастер инжењера технологије, под називом „Механичка и термичка својства синтетисаних нанокмпозитних материјала на бази халојзита и калцијум-силиката“ изложи на увид јавности и упути коначно усвајање Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да након завршетка процедуре позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....  
Др Александар Маринковић, ванредни професор  
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....  
Др Марина Стаменовић, научни сарадник  
Академија техничких струковних студија Београд

.....  
Др Љубица Миловић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....  
Др Зијах Бурзић, научни саветник  
Научни саветник, Војнотехнички институт у Београду