

## РЕЦЕНЗИЈА

**НА ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА ПОД НАСЛОВ „ПРИМЕНА НА ТЕКСТИЛ ВО РАЗЛИЧНИ ФОРМИ И СОВРЕМЕНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ДОБИВАЊЕ НА ПОЛИМЕРНИ КОМПОЗИТНИ СТРУКТУРИ“ ИЗРАБОТЕНА ОД М-Р СИЛВАНА ЖЕЖОВА, ПРИЈАВЕНА НА ТЕХНОЛОШКО-ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ, УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ ВО ШТИП**

Со Одлука број 0206-795/3 од 12.9.2018 година, донесена на 37. седница, а одржана на 12.9.2018 год. на Наставно-научниот совет на докторски студии на Кампус 2 (биотехнички, техничко-технолошки и природно-математички науки) при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, формирана е Комисија за оценка и одбрана на докторската дисертација под наслов „Примена на текстил во различни форми и современи технологии за добивање на полимерни композитни структури“, пријавена и изработена од кандидатката м-р Силвана Жежова, во состав:

- проф. д-р Димко Димески, претседател,
- проф. д-р Горан Дембоски, член, екстерен ментор,
- вон. проф. д-р Светлана Ристеска, член,
- проф. д-р Винета Сребренкоска, член, ментор,
- вон. проф. д-р Ацо Јаневски, член.

Комисијата во наведениот состав, по прегледувањето на докторската дисертацијата, го поднесува следниов

## ИЗВЕШТАЈ

*Анализа на трудот*

Докторската дисертација е презентирана на 238 страници и ги содржи следниве делови: Вовед, Теоретски дел, Литературен преглед, Цел, Експериментален дел, Резултати и Дискусија, Заклучоци и Литература. На крајот е дадена листа на табели - вкупно 44 и листа на слики – вкупно 78.

Во *воведниот дел* се презентирани воведни информации за полимерни композитни материјали зајакнати со текстил и е објаснето како е произлезен мотивот и целите за истражувањата во дисертацијата.

Во *теоретскиот дел* се презентирани основите на полимерните композитни материјали зајакнати со текстил, како и основните и современите технологии за нивно добивање. Паралелно, презентирани се материјалите кои најчесто се користат за добивање на полимерни композити зајакнати со текстил, а направена е во посебно потпоглавје и анализа на различните геометрии на текстилниот зајакнувач. Исто така, направен е преглед на историскиот развој на текстилните композити. Дадени се и техничките перформанси и барањата за текстилните композити од каде што е произлезена и темата на овој труд.

Во *литературниот преглед* се презентирани веќе направените истражувања во оваа област и истите се анализирани. Дополнително, дадена е анализа на сите технички и текстилни влакна апликативни за изработка на полимерни композитни структури. Посебен осврт е направен за примената на современите технологии почнувајќи од основни податоци, па сè до добивање на текстилните композити, како и појаснување на физичко-механичките методи за испитување и стандарди за одредување на нивната јачина во зависност од формата на текстилниот зајакнувачки материјал.

Во *експерименталниот дел* се презентирани материјалите кои се користени за изработка на текстилните композитни структури. Дадени се сите чекори и методи користени за анализа на текстилниот зајакнувач. Исто така, презентирани се и користените современи технологии за процесирање. Имено, применети се различни технологии за процесирање

на еднодимензионални и дводимензионални текстилни материјали, кои на јасен и разбирлив начин како и сликовито се објаснети и презентирани во овој дел од докторската дисертација. Експериментите во рамките на докторската дисертација се реализирани во два дела. Во првиот дел е применет текстилен зајакнувач во форма на континуиран ровинг (линеарни текстилни структури) за добивање на композитни цевчести структури со примена на технологија на намотување на филаменти при претходно определени услови. Со оваа технологија се изработени композитните цевки со различен дизајн со цел да се покаже влијанието на различниот агол на намотување на текстилниот ровинг (филамент) врз физичко-механичките својства на текстилните композити. Во вториот дел се применети различни видови на ткаени структури (дводимензионални текстилни структури) како зајакнувачка компонента во композитните материјали. За процесирање на дводимензионалните текстилни структури е применета технологија на рачна импрегнација и од различните видови на дводимензионални текстилни структури се изработени препрези со соодветни карактеристики кои потоа се процесирани во композитни плочи со примена на технологија на компресионо пресување. Исто така, презентирани се постапките и методите за тестирање на композитните структури согласно со наведените стандарди.

Во поглавјето *Резултати и дискусија* се дадени добиените резултати од истражувањата за примена на линеарни и дводимензионални текстилни зајакнувачки материјали за добивање на композитни структури. Определена е содржината на составните компоненти на композитните структури и анализирани се техничките карактеристики и геометријата на текстилниот зајакнувачки материјал. Потоа, определени се соодветните физичко-механички карактеристики на добиените композитни структури и направена е анализа и дискусија за влијанието на формата на текстилниот зајакнувачки материјал врз испитуваните својства.

На крај, презентирани се заклучоците од целокупното истражување и користената литература при оформување на докторската дисертација.

Добиените композитни структури ги задоволуваат барањата за современи материјали кој истовремено обезбедува одлична јакост, а мала тежина и кои можат да се применат како носечки конструктивни делови во различни индустрии. Добиените композитни структури со различен дизајн даваат можност за избор на соодветна форма на текстилниот зајакнувач во зависност од крајната апликација. Според добиените перформанси на композитните структури и добиените сознанија за примена на текстилен зајакнувач во различни форми, се создава можност за правење на различни комбинации и добивање на хибридни материјали во зависност од крајната апликација на композитната структура.

Добиените резултати од направените истражувања во докторската дисертација се јасно презентирани, систематизирани и анализирани, а целта на истражувањето е успешно реализирана.

Преку теоретски, истражувачки и научен пристап, направено е поврзување на истражувањето во еден целосен труд. Трудот е јасно напишан на научно и стручно ниво, со јасни анализи и дискусии на резултатите, како и нивно јасно презентирање во форма на табеларни податоци, графички прикази и сликовито.

**Оригиналниот придонес на докторската дисертација е: примена на текстил во различни геометрии за добивање на полимерни композитни структури за различна намена како конструктивни носечки материјали. На оваа проблематика која е разработена во докторската дисертација има само мал број на истражувања кои се направени и публикувани, што значи дека овој труд ќе даде оригинален придонес во таа насока.**

Научниот придонес е изразен преку совладување на современи технологии и техники за добивање на текстилни композити, како и методи за физичко-механичка карактеризација на истите. Додека, практичниот придонес се состои во тоа што сознанијата добиени од истражувањата може да послужат во индустриски капацитети поврзани со производство на полимерни композитни структури за различна намена.

### **Предмет на истражување и краток опис на применетите методи**

Предмет на оваа докторска дисертација се истражувањата за влијанието и важноста на формата во која се користи текстилот како зајакнувачка компонента кај полимерните композитни структури. Презентирани се формите на текстилниот зајакнувач со комплетна нивна анализа, како и разните современи технологии за процесирање на композитни структури. Дадени се и техничките перформанси и барањата за композитните структури од каде што е произлезена и темата на овој труд.

Дисертацијата се состои од два зависно поврзани дела: примената на линеарните текстилни структури и примената на дводимензионални текстилни структури во добивање на текстилни композити со различен дизајн и нивно влијание врз физичко-механичките својства на композитните структури. Имено, применета е технологијата на намотување на филаменти и добиени се композитни цевки со различен дизајн врз основа на линеарниот текстилен зајакнувач. Паралелно, применета е технологијата на рачно импрегнирање за дводимензионалните текстилни зајакнувачи и добиени се три различни типови на препрег материјали кои потоа со апликација на технологијата на компресионо пресување процесирани се во композитни плочи. Композитните плочи се состојат од ист број на слоеви односно сите се со иста површинска маса, но имаат различен дизајн. Дополнително се изработени композитни плочи и врз база на комерцијален (готов) унидирекционален препрег, како и од неткаен текстил односно текстил врз база на сецкани влакна (мат ткаенина). Преку истражувањата за определување на влијанието и важноста на формата на применетиот текстилен зајакнувач од аспект на структурата, својствата, геометријата, ориентацијата во матрицата и сл. во добивање на различните дизајни на композитни структури, совладани се повеќе современи технологии, како и научни методи за физичко-механичка карактеризација на материјалите. Со тоа дисертацијата добива научен карактер. Меѓутоа, докторската дисертацијата има и практичен придонес бидејќи сознанијата добиени од истражувањата може да послужат на индустриски капацитети поврзани со производство на композитни структури за различна намена.

### **Краток опис на резултатите од истражувањето**

Во докторската дисертација „Примена на текстил во различни форми и современи технологии за добивање на полимерни композитни структури“ на кандидатката м-р Силвана Жежова е направена анализа на влијанието на разните форми на текстилен зајакнувач врз физичко-механичките карактеристики на добиените полимерни композити. Развојот и создавањето на ваков тип на текстилни композити вклучува спецификација на текстилниот зајакнувач, избор на соодветни материјали, примена на современи технологии и низа испитувања за исполнување на оптимален однос перформанси/цена на крајната композитна структура.

Врз основа на направените истражувања за примена на текстил во различни форми за добивање на композитни структури, добиени се следните заклучоци:

Истражувањата во рамките на оваа докторска дисертација се организирани во две групи: анализа на текстилни композити зајакнати со стаклен ровинг и анализа на текстилни композити со стаклени ткаенини.

Користени се стаклени ткаенини со различна геометрија (различен преплет) на стаклените влакна, но со иста површинска маса.

Како полимерна матрица за сите типови на текстилни композити користен е епоксиден смолен систем.

Со оглед на тоа што во истражувањата на оваа дисертација се применети различни форми на текстил како зајакнувачка форма, применети се и анализирани се различни современи технологии за нивно процесирање во композитни структури.

Текстилните композити се добивани со примена на современи технологии апликативни за соодветната форма на текстилен зајакнувачки материјал. Имено, применети се: технологијата за намотување на филаменти за добивање на композитни цевки од стаклен ровинг, технологијата на импрегнација за добивање на препрег материјал од стаклените ткаенини и технологијата на компресионо пресување за добивање на композитни плочи врз основа на препрег материјалите.

За првиот дел од истражувањата во рамките на дисертацијата се изработени композитни цевки со различен дизајн односно со различен агол на намотување на влакната со цел да се покаже влијанието на аголот на намотување на стаклените влакна врз физичко-механичките својства на текстилните композити.

За сите произведени примероци композитни цевки со помош на сплит-диск тест метода испитувана е јачината на истегнување (hoop tensile strength). Добиените резултати од сите истражувања во првиот дел покажуваат дека аголот на намотување на зајакнувачката компонента има значајно влијание врз механичките својства на композитните цевчести структури. Поголеми агли на намотување на стаклените влакна обезбедуваат добивање на композитни цевки со поголема јачина на истегнување и обратно.

За вториот дел од истражувањата во рамките на дисертацијата се изработени композитни плочи врз основа на е-стаклени ткаенини со различен преплет.

За сите произведени композитни плочи е тестирана јачината на свиткување и модулот на еластичност при свиткување. Врз основа на сите направени анализи на добиените композитни структури зајакнати со текстил во различна форма (еднодимензионален стаклен ровинг и дводимензионални стаклени ткаенини) покажано е влијанието на различните форми на зајакнувач врз физичко-механичките својства на структурите. Типот на преплет на стаклените влакна значајно влијае во апликацијата на технологиите за нивно процесирање и врз крајните механички својства на композитни структури.

#### **Конечна оценка на докторската дисертација**

Докторската дисертација е научен труд со оригинални сознанија, а врз основа на содржината, обемот и постигнатото ниво на квалитет ги задоволува и исполнува условите потребни за изработка на докторски труд.

Врз основа на анализата и проверката на докторската дисертација може да се заклучи дека трудот е успешно завршен, а проблематиката од теориски аспект систематично е разработена. Експерименталните истражувања во голем дел ги потврдуваат теориските сознанија, а преку направените експерименти и анализа на добиените резултати кандидатката се здобива со сознанија и познавање за одредени техники за анализа на текстилниот зајакнувач со различна структура, форма и геометрија, како и со сознанија и познавање на современите технологии за процесирање и добивање на текстилни композити. Преку тестирањата на различните дизајни на композитни структури, кандидатката ги совладува и одлично ги владее научните методи за тестирање на добиените структури, имплементирани во добивање на современи конструктивни материјали. Добиените резултати од направените истражувања во докторската дисертација се јасно презентирани, систематизирани и анализирани, а целта на истражувањето е успешно реализирана.

Преку теоретски, истражувачки и научен пристап, направено е поврзување на истражувањето во еден целосен труд. Трудот е јасно напишан на научно и стручно ниво, со јасни анализи и дискусии на резултатите, како и нивно јасно презентирање во форма на табеларни податоци, графички прикази и сликовито.

Добиените резултати од истражувањата се објавени во меѓународни списанија (седум труда) и во зборници на трудови од меѓународни конференции (шест труда).

#### **Исполнетост на законските услови за одбрана на трудот**

Кандидатката пред одбраната на докторската дисертација ги објавила следниве рецензирани истражувачки трудови.

#### **Трудови објавени во меѓународни научни конференции:**

1. Zhezhova, Silvana and Srebrenkoska, Vineta and Risteska, Svetlana and Risteski, Sanja (2018), „Predicting the flexsural strength of textile composites based on glass fabrics“. In: VIII International Metallurgical Congress, 30 May-3 June 2018, Ohrid, Macedonia.
2. Zhezhova, Silvana and Risteski, Sanja and Ristova, Elvira and Srebrenkoska, Vineta and Risteska, Svetlana (2018), “Mechanical characterization of glass fabric / epoxy composites”. In: International scientific conference: Contemporary trends and innovations in the textile industry, 18 May 2018, Belgrade, Serbia.

3. Zhezhova, Silvana and Risteski, Sanja and Srebrenkoska, Vineta (2017). "Polymer composite based of textiles in various geometry". V International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry". ISSN 978-99955-81-21-3.
4. Risteski, Sanja and Zhezhova, Silvana and Srebrenkoska, Vineta (2017). "Textile materials used in military protective clothes design". V International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry". ISSN 978-99955-81-21-3.
5. Srebrenkoska, Vineta and Risteska, Svetlana and Mijajlovikj, Maja and Srebrenkoska, Sara and Zhezhova, Silvana (2016), "Mechanical and thermal properties of filament wound composite pipes". In: VII International Metallurgy Congress, Metallurgy, Materials and Environmental, 09-12 June 2016, Ohrid, Macedonia.
6. Srebrenkoska, Vineta and Kotynia, Renata and Bojanowski, Krzysztof and Zhezhova, Silvana (2015), "Mechanical characterization of the filament wound pipes for construction". In: Working Group Meeting Next Generation Design Guidelines for Composites in Construction, Lecce, Italy, 19-21 May 2015, Lecce, Italy.

**Трудови објавени во индексирани меѓународни научни списанија:**

1. Zhezhova, Silvana and Risteski, Sanja and Ristova, Elvira and Risteska, Svetlana and Srebrenkoska, Vineta (2018), „Composite materials based on e-glass woven textile structures as reinforcement“. *Tekstilna industrija*, 66 (2). pp. 4-8. ISSN 0040-2389.
2. Zhezhova, Silvana and Risteski, Sanja and Srebrenkoska, Vineta (2017), "Fibrous structures as a reinforcement for composite materials". *Tekstilna industrija*, 64 (4). pp. 1-76. ISSN 0040-2389.
3. Risteski, Sanja and Srebrenkoska, Vineta and Zhezhova, Silvana (2017), "Analysis of composite materials based on polyethylene fibres for protective clothes". *Knowledge - International Journal, Scientific and Applicative Papers*, 20.5 (5). pp. 2147-2525. ISSN 1857-923X.
4. Risteski, Sanja and Zhezhova, Silvana and Srebrenkoska, Vineta (2017). "Commonly used textile fibers in composite industry for special purposes". *International Journal Knowledge*, 16.4. pp. 1673-1678. ISSN 1857-923X.
5. Risteski, Sanja and Srebrenkoska, Vineta and Zhezhova, Silvana (2017). "Applying of different fabrics for design of the protective military clothes". *Quality of Life*, 8 ((1-2)). pp. 56-63. ISSN 1986-602X.
6. Pop Metodieva, Biljana and Zhezhova, Silvana and Srebrenkoska, Vineta and Naseva, Simona and Srebrenkoska, Sara (2016), "Design of polymer composite pipes produced by filament winding technology". *Machines, Technologies, Materials*, 10 (1). pp. 23-26. ISSN 1313-0226.
7. Srebrenkoska, Vineta and Zhezhova, Silvana and Naseva, Simona (2015). "Hoop tensile properties of filament wound pipes". *Machines, Technologies, Materials*, 9 (11). pp. 28-31. ISSN 1313-0226.

## ЗАКЛУЧОК И ПРЕДЛОГ

Комисијата за оценка и одбрана на докторската дисертација „Примена на текстил во различни форми и современи технологии за добивање на полимерни композитни структури“ пријавена и изработена од кандидатката м-р Силвана Жежова донесе заклучок дека истата претставува **самостојна научна работа со оригинални научни истражувања и значајни резултати.**

Врз основа на анализата и проверката на докторската дисертација може да се заклучи дека проблематиката систематично е разработена и пристапено е кон реализација на сите поставени цели и истите се реализирани. Експерименталните истражувања во голем дел ги потврдуваат теориските сознанија, а преку направените експерименти и анализа на добиените резултати кандидатката се здобила со сознанија и познавање за одредени технологии за добивање на композитни структури со примена на текстил во различни форми како зајакнувачка компонента, како и со познавање на научни методи за тестирање на добиените структури, имплементирани во добивање на современи материјали за различна апликација.

Докторската дисертација е научен труд со оригинални сознанија, а врз основа на содржината, обемот и постигнатото ниво на квалитет ги задоволува и исполнува условите потребни за изработка на докторската дисертација.

Врз основа на тоа, Комисијата има чест да му предложи на **Наставно-научниот совет на докторски студии на Кампус 2 да ја прифати позитивната рецензија на докторската дисертација со наслов „Примена на текстил во различни форми и современи технологии за добивање на полимерни композитни структури“**, изработена од кандидатката м-р Силвана Жежова и да одобри јавна одбрана на истата.

## РЕЦЕНЗЕНТСКА КОМИСИЈА

**Проф. д-р Димко Димески, претседател, с.р.**  
**Проф. д-р Горан Дембоски, екстерен ментор, член, с.р.**  
**Вон проф. д-р Светлана Ристеска, член, с.р.**  
**Проф. д-р Винета Сребренкоска, ментор, член, с.р.**  
**Вон. проф. д-р Ацо Јаневски, член, с.р.**