

СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.13 „Общо инженерство“, научна специалност „Технология, механизация и автоматизация на дървообработващата и мебелната промишленост“

Автор на дисертационния труд: маг. Ясмина Жорж Халаф, задочен докторант към катедра „Механична технология на дървесината“, факултет „Горска промишленост“ при Лесотехническия университет, гр. София

Тема на дисертационния труд: „Оползотворяване на селскостопански отпадъци за разработване на многофункционални композитни материали“; научен ръководител: доц. д-р инж. Юлия Михайлова; научен консултант: проф. д-р Роланд Ел Хаге

Член на научното жури: проф. д-р инж. Петър Йорданов Антоф, Лесотехнически университет; област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.13 „Общо инженерство“, научна специалност „Технология, механизация и автоматизация на дървообработващата и мебелната промишленост, определен за член на научното жури със заповед № ЗПС-405/20.06.2025 г. на ректора на ЛТУ.

1. Актуалност на проблема

Разработването на устойчиви многофункционални композитни материали чрез оползотворяване на селскостопански лигноцелулозни остатъци и отпадъци отговаря на ключови глобални предизвикателства, свързани с изменението на климата, изчерпването на природните ресурси, замърсяването на околната среда и необходимостта от преход към кръгова икономика. Годишно в световен мащаб се генерират над 50 милиарда тона такива остатъци, със състав и свойства, съпоставими с дървесината, които често остават неизползвани или се изгарят, водейки до значителни емисии на парникови газове. Дисертационният труд е в пълно съответствие с целите на Европейския зелен пакт и стратегиите на Европейския съюз за намаляване употребата на формалдехидни смоли чрез внедряване на свързващи вещества на биологична основа с нулеви токсични емисии, като хитозан. Научната новост се изразява в интегрирания подход за комбинирано използване на различни видове селскостопански остатъци (*Miscanthus x giganteus*, маслинови отпадъци, оризови люспи, субстрат от отработени гъби, текстилни отпадъци) за получаване на многофункционални композитни материали с и без използване на свързващо вещество. Особено значим е приносът в неизследвана досега област - разработване на свръхлеки биоизолационни плочи и плочи с повишена огнеустойчивост, получени без използването на свързващо вещество.

Резултатите демонстрират новаторско съчетаване на механични, топлоизолационни и противопожарни характеристики на композитните материали, постигнати изцяло с природни суровини и екологосъобразни технологии. Получените резултати имат висок приложен потенциал в строителството, мебелната и дървообработващата промишленост и предлагат реални решения за ефективно оползотворяване на трудноразградими селскостопански отпадъци, като по този начин допринасят за намаляване на екологичния отпечатък на произведените материали.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния обзор

Докторантката демонстрира задълбочено познаване на състоянието на проблема, разглеждайки широк спектър от 285 броя актуални литературни източници, включително най-новите разработки в областта на оползотворяването на селскостопански лигноцелулозни остатъци, използването на биобазирани свързващи вещества и екологичните методи за предварителна обработка на суровините. Литературният обзор е систематично структуриран, с ясно разграничаване на вече решените и все още нерешените въпроси, като са формулирани конкретни научни проблеми, които дисертационният труд цели да запълни.

Литературният обзор се отличава с висока степен на аналитичност и творческа интерпретация, изразяваща се в критичен анализ на съществуващите технологии и идентифициране на възможности за тяхното усъвършенстване чрез комбиниране на различни видове селскостопански отпадъци и прилагане на иновативни обработки като парна експлозия и огнезащита с фитинова киселина. Подходът е интегративен и оригинален, като обосновава разработването на свръхлеки биоизолационни плочи и плочи, получени без използването на свързващо вещество, с подобрени механични, изолационни и противопожарни характеристики, постигнати изцяло с природни суровини.

3. Цел, задачи, хипотези и методи на изследване. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е ясно дефинирана и насочена към оползотворяване на селскостопански лигноцелулозни остатъци и отпадъци (*Miscanthus x giganteus*, маслинови отпадъци, оризови люспи, субстрат от отработени гъби и текстилни отпадъци) за разработване на многофункционални композитни материали – свръхлеки биоизолационни плочи, плочи от дървесни частици и огнеустойчиви плочи без свързващо вещество. Формулираните задачи са конкретни, логично подредени и обхващат целия изследователски цикъл – от избора и предварителната обработка на суровините, през оптимизиране на състава, до изследване на физикомеханичните, топлоизолационните и противопожарните свойства на получените композитни материали.

Поставените хипотези се основават на предположението, че комбинирането на различни видове селскостопански отпадъци с биобазирани свързващи вещества (хитозан) и прилагането на екологични предварителни обработки (парна експлозия, фосфорна огнезащита с фитинова киселина и карбамид) ще доведе до получаване на композити с подобрени експлоатационни характеристики, съизмерими или превъзхождащи традиционните материали на дървесна основа.

Избраната методиката за провеждане на експерименталните изследвания е правилно подбрана и приложена в пълно съответствие с поставените цели и задачи. Използван е интегриран подход, включващ механична подготовка на суровините и определяне на химичния им състав, технологични процеси за модифициране на частиците (парна експлозия, фосфорна огнезащита), получаване в лабораторни условия на многофункционални композитни материали и изпитвания по утвърдени международни стандарти (EN, ASTM) за определяне на физикомеханични, топлоизолационни и огнеустойчиви свойства на получените композити.

Приложеният изследователски подход осигурява надеждност, повторяемост и висока научна стойност на резултатите, като позволява директно сравнение с утвърдени технологии и материали в практиката.

4. Опагледеност и представяне на получените резултати

Получените резултати са представени по ясен, систематичен и убедителен начин, като са опагледени с голям брой таблици, графики, схеми и снимков материал, които подпомагат разбирането и анализа. В дисертационния труд са включени 16 таблици и 67 фигури, представящи както количествените резултати, така и визуални доказателства за морфологичните особености, технологичните процеси и поведението на изследваните материали. Графичното оформление е последователно и четливо, което улеснява възприемането на информацията и сравняването на различните експериментални серии. Представянето на резултатите е придружено от задълбочен анализ и аргументирани интерпретации, като докторантката последователно съпоставя получените експериментални стойности с наличните литературни данни. Тази критична съпоставка позволява ясно открояване на постигнатите подобрения и нови научни приноси спрямо вече известни решения в областта. Особено впечатление прави интегрирането на визуални материали, които илюстрират не само резултатите от физикомеханичните, топлоизолационните и противопожарните изпитвания, но и етапите на предварителна обработка на суровините и лабораторното производство на композитите.

5. Обсъждане на резултатите и използвана литература

Обсъждането на резултатите в дисертационния труд се отличава се отличава с дълбочина, логическа последователност и критичен подход. Докторантката не се ограничава само до представяне на експерименталните данни, а извършва задълбочен анализ, в който проследява връзките между състава, структурата и технологичната обработка на суровините и получените функционални характеристики на лабораторно произведените композити. Направените изводи са

обосновани с ясни аргументи и се подкрепят от статистически обработени данни, което придава висока степен на достоверност на резултатите.

Докторантката демонстрира отлична научна осведоменост, като прави умели паралели между постигнатите собствени резултати и наличните в световната литература данни, включително най-новите публикации в областта. Анализът включва критична оценка на сходства и различия, както и аргументирано обяснение на наблюдаваните несъответствия, свързани с особеностите на използваните суровини и прилаганите технологии.

Използваната литература е актуална и включва 285 литературни източника, сред които публикации във водещи научни списания, монографии и доклади от международни научни конференции. Подборът е целенасочен и покрива целия тематичен обхват на изследването – от физикохимичните характеристики на използваните селскостопански лигноцелулозни остатъци, през съвременните тенденции в използването на биобазирани свързващи вещества, до иновативните екологични технологии за повишаване на функционалността на композитите. Коректното цитиране и интегриране на литературните данни в анализа подчертават високата научна култура на автора.

6. Приноси на дисертационния труд

Дисертационният труд съдържа значими научноприложни и приложни приноси, които разширяват познанията в областта на многофункционалните композитни материали на биологична основа и предлагат нови технологични решения с висока екологична и икономическа ефективност.

Научноприложни приноси

1. Доказано е, че е необходима обработка с пара при 210 °C в продължение на 8 минути след импрегниране с вода, за да се получат частици от *Miscanthus x giganteus* с високо съдържание на лигнин (36%) и еднакви размери (7 mm дължина и 0.4 mm широчина), което ги прави идеални за производство на плочи от дървесни частици без използване на свързващи вещества.
2. Доказано е, че е възможно получаването на частици от *Miscanthus x giganteus* с повишена огнеустойчивост посредством използването на комбинация от фитинова киселина (20 тегловни процента) и карбамид (10 тегловни процента). Оптимална огнеустойчивост е постигната при 2-часово време за обработка.
3. Успешно са произведени ултралеки изолационни плочи със стойности за средна изолация и плътност между 350 и 400 kg.m⁻³, използвайки *Miscanthus x giganteus*, оризови люспи и текстилни отпадъци в различно процентно съотношение и хитозан като биологично свързващо вещество.
4. Успешно са произведени екологични плочи от дървесни частици с плътност между 685 и 907 kg.m⁻³ при използването на *Miscanthus x giganteus*, маслинови отпадъци, субстрат от отработени гъби и текстилни отпадъци в различно процентно съотношение и хитозан.

5. Успешно са разработени плочи от дървесни частици без свързващо вещество с плътност около 700 kg.m^{-3} , произведени от парно експлодирани частици мискантус, третиран с фитинова киселина и разтвор на карбамид или необработени, в комбинация или без добавка на маслиново кюспе.

Приложни приноси

1. Установено е, че увеличаването на съдържанието на фитинова киселина и продължителността на третиране по време на процеса на огнезащита води до повишаване на количествата на фосфора и азота, присадени върху частиците *Miscanthus x giganteus*.
2. Доказано е, че използването на хитозан като биобазирано свързващо вещество за производството на композити подобрява вътрешното им свързване, което го прави конкурентноспособен спрямо други видове лепила.
3. Доказано е, че ултралеките изолационни плочи отговарят на механичните изисквания на приложимия европейски стандарт EN 13171.
4. Установено е, че поради изключителната си механична якост, изолационните плочи, които съдържат малки частици *Miscanthus x giganteus* (плочи Ms и Ms60T40), са много подходящи за приложения, изискващи подобрена носеща способност.
5. Установено е, че екологичните плочи от дървесни частици на базата на хитозан, произведени с *Miscanthus x giganteus* и обезмаслено маслиново кюспе, както и тези, произведени от отработен гъбен субстрат и обезмаслено маслиново кюспе, отговарят на изискванията на европейския стандарт EN 312 за плочи с общо предназначение в суха среда.
6. Успешно са разработени огнеустойчиви плочи от дървесни частици без използване на свързващо вещество от частици мискантус с присаден фосфор, показващи значителна устойчивост на огън и влага и запазващи структурата си при горене.

7. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

Убеден съм, че представените научноприложни и приложни приноси в дисертационния труд на маг. Ясмينا Жорж Халаф са постигнати в резултат от нейния личен труд и научноизследователска инициатива. Докторантката демонстрира висока степен на изследователска самостоятелност, като лично е участвала във всички етапи на работата – от формулирането на целта, задачите и хипотезите, през подготовката на суровините и разработването на технологиите, до производството, изпитванията, анализа и обобщаването на резултатите. Постигнатите приноси са значими за научната област, по която е обявен конкурсът, а именно област на висше образование 5. Технически науки, III 5.13. Общо инженерство, научна специалност „Технология, механизация и автоматизация на дървообработващата и мебелната промишленост“, като имат висок потенциал да бъдат полезни както за развитието на науката, така и за практиката.

8. Критични бележки и въпроси

В представените от докторантката дисертационен труд и придружаващи материали не открих съществени пропуски, неточности или грешки в интерпретацията на постигнатите резултати. С оглед на значителния обем експериментална работа и ясно демонстрираните умения за самостоятелно извършване на научни изследвания, препоръчвам на докторантката да продължи своето научно израстване в рамките на академичната общност. В допълнение, считам за целесъобразно да бъде издадена монография в чужбина по тематиката на дисертационния труд, което ще допринесе за още по-широката разпознаваемост на постиженията на маг. Ясмина Жорж Халаф в международните научни среди.

9. Публикувани статии и цитирания

По темата на дисертационния труд докторантката е автор и съавтор на 5 научни публикации, публикувани в престижни международни издания, индексирани в Web of Science и Scopus, както и в реномирани специализирани издания в областта. Сред тях се открояват статии в списания с висок импакт фактор и висока цитируемост, включително: *Polymers* (IF: 4.9, CiteScore: 9.7, Q1); *Construction and Building Materials* (IF: 8.0, CiteScore: 13.9, Q1) и *AppliedChem* (CiteScore: 2.9).

Докторантката е представила резултатите от изследванията си и на 4 престижни международни научни форума: *EuroFillers Polymer Blends 2025* (Лион, Франция), *CYSENI 2022* (Каунас, Литва), *ECOFRAM 2022* (Алес, Франция) и *INNO 2020* (София, България).

Публикациите по дисертацията вече имат регистрирани 47 цитирания в авторитетни международни издания, включително в реномирани списания с висок импакт фактор и в научни трудове на утвърдени изследователи от водещи университети и научни институти.

10. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отраженията в науката - използване и цитиране от други автори.

По темата на дисертационния труд докторантката е публикувала 5 броя научни статии в реномирани международни списания, реферирани и индексирани в световно признатите бази данни Web of Science и Scopus. Значителна част от тях са отпечатани в издания с висок импакт фактор, включително в първи и втори квартал (Q1 и Q2), което е показател за високото качество и научна значимост на проведените изследвания. Публикациите са свързани пряко с основните теми и резултати от дисертационния труд и отразяват постигнатите основни научноприложни и приложни приноси.

Отражението на тези трудове в научната общност е видимо от значителния брой установени цитирания в авторитетни международни издания, което свидетелства за актуалността на изследванията и за интереса на други автори

към получените резултати. Налице е използване на данни, подходи и изводи от дисертацията в научни публикации, посветени на развитието на екологично съобразни технологии за производство на композитни материали на биологична основа. Този факт е ясен показател за актуалността и значимостта на проведените изследвания, както и за тяхното въздействие в научната общност.

Представеният автореферат отразява обективно структурата и съдържанието на дисертационния труд.

Като цяло, количеството и качеството на публикуваните трудове, заедно с вече наличните цитирания, показват убедителна научна продуктивност и значим принос на докторантката в изследваната област.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Въз основа на усвоените и приложените от докторантката различни методи на изследване, коректно проведените експерименти, направените обосновани обобщения и изводи считам, че представеният дисертационен труд напълно отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника на Лесотехническият университет за неговото приложение, което ми дава основание да го оценя **ПОЛОЖИТЕЛНО**.

Позволявам си да предложа на почитаемото научно жури също да гласува положително и да присъди на маг. Ясмина Жорж Халаф образователната и научна степен „*доктор*“ по научна специалност „Технология, механизация и автоматизация на дървообработващата и мебелната промишленост“.

06.08.2025 г.
гр. София

Изготвил становището:


/проф. д-р Петър Антоv/