

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број:03-1515/4
Датум:20.05.2016.

На основу члана 130. Статута Шумарског факултета а у вези члана 30. и члана 21.Правилника о докторским студијама, Декан Шумарског факултета доноси следећу

О Д Л У К У

Израђена докторска дисертација Јована Добића под насловом:

„Могућност побољшања адхезије УВ акрилног премаза на термотретираном дрвету букве“

са Извештајем Комисије ставља се на увид јавности у Библиотеци и интернет страници Факултета са роком од **30 дана**.

Одлуку доставити: Библиотеци Факултета, истаћи на огласну таблу и сајт факултета, писарници, Служби за наставу и студентска питања.

Д Е К А Н
Проф.др РАТКО РИСТИЋ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА

Предмет: Извештај комисије за оцену израђене докторске дисертације **Јована Добића, дипл.инж.** под насловом: „**Могућност побољшања адхезије УВ акрилног премаза на термотретираном дрвету букве**“

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none">1. Орган који је именовao (изабрао) комисију и датум: Наставно-научно веће Универзитета у Београду - Шумарског факултета, 27.04.2016. године (број: 01-2/87)2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:<ol style="list-style-type: none">1. Др Милан Јаић, УНО: Финална прерада дрвета, изабран 26.09.2002. год, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет.2. Др Миланка Ђипоровић-Момчиловић, УНО: Хемијско-механичка прерада дрвета, изабрана 20.06.2013. год, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет.3. Др Симонида Томић, УНО: Полимерно инжењерство, изабрана 04.06.2012. год., ванредни професор Универзитета у Београду - Технолошко-металуршки факултет.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none">1. Име, име једног родитеља, презиме: Јован, Никола, Добић2. Датум и место рођења, општина, држава: 17.07.1981, Краљево, Србија3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада: -4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера: -
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
Могућност побољшања адхезије УВ акрилног премаза на термотретираном дрвету букве
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Докторска дисертација кандидата дипл. инж. Јована Добића под насловом „Могућност побољшања адхезије УВ акрилног премаза на термотретираном дрвету букве“ садржи XVIII, 156 страница текста, 59 слика, 18 табела и 9 једначина. Списак литературе обухвата 96 библиографских јединица домаћих и страних аутора. Након насловне стране дисертације на српском и енглеском језику следе подаци о ментору и члановима комисије, а затим: кључне документационе информације, проширени резиме са кључним речима (на српском и енглеском језику), садржај, списак слика, списак табела и списак коришћених скраћеница и симбола.</p> <p>Дисертација је написана јасним језиком, према Упутству за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду, на ћириличном писму.</p> <p>Текст докторске дисертације је подељен у 9 поглавља која представљају посебне и логично повезане целине, које прате ток рада. Поголавља су следећа:</p> <ol style="list-style-type: none">1. УВОД (1 - 2 стр.)2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА (3 - 5 стр.) које садржи подпоглавља: Предмет испитивања

и Циљ испитивања.

3. **ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА** (6 - 36 стр.) које садржи подпоглавља: Термотретирано дрво; УВ акрилни премази.
4. **ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО** (37 - 79 стр.) које садржи следећа подпоглавља: План истраживања и методе експерименталног рада; Избор материјала; Припрема материјала; Површинска обрада узорака; Методе испитивања; Статистичка обрада података.
5. **РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И АНАЛИЗА** (80 - 120 стр.) које садржи следећа подпоглавља: Карактеристике УВ акрилног премаза; Карактеристике дрвета; Карактеристике система дрво – премаз.
6. **ЗАКЉУЧЦИ** (121 - 124 стр.).
7. **ПРЕДЛОЗИ ЗА БУДУЋА ИСТРАЖИВАЊА** (125 стр.).
8. **ЛИТЕРАТУРА** (126 - 132 стр.).
9. **ПРИЛОЗИ** (133- 152 стр.)

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. УВОД

У уводном делу кандидат је истакао потребу коришћења премаза ради заштите и декоративне обраде финалних производа од дрвета. Основни предуслов за остваривање заштитне и декоративне функције површинске обраде дрвета је формирање добре везе између премаза и подлоге. Уколико није остварена добра адхезија премаза на подлогу, високе вредности осталих механичких својстава очврслог филма премаза немају значаја. Јачина адхезије представља једну од најзначајнијих механичких карактеристика очврсног премаза на површини дрвета од које директно зависи квалитет и трајност готовог производа. Као мера интеракције између молекула различитих материјала на јачину адхезије велики утицај имају фактори међусобног деловања премаза и подлоге. То значи да ће остварена адхезија у систему премаз-подлога, пре свега, зависити од механичких и хемијских карактеристика како подлоге тако и премаза. Осим карактеристика овог система одлучујућу улогу у постизању добре јачине адхезије имају начин и параметри наношења премаза, као и различити фактори деловања околине.

Буква представља најзначајнију индустријску дрвну врсту код нас којој се приписују добра механичка својства. Међутим поред добрих механички својства, дрво букве карактеришу значајне димензионалне промене услед дејства параметара микроклиме, осетљивост на епоксилне гљиве, гљиве трулежнице као и присуство грешке дисколорације у виду лажне срчевине. Применом термотретмана букви је могуће побољшати ова лоша својства без значајнијег нарушавања механичких својстава дрвета. Под дејством високих температура током централне фазе термотретмана дрвета долази до хемијских промена основних конституената грађе дрвета - целулозе, хемицелулоза и лигнина. Ланци целулозе који су међусобно повезани хидроксилним групама се на повишеним температурама цепају, опада им степен полимеризације, вода се одстрањује и стварају се слободни радикали, карбоксилне, карбонилне и хидропероксидне групе, заједно са угљен-моноксидом и угљен-диоксидом.

Термотретирано дрво букве у погледу физичко-хемијских карактеристика показује различита својства у односу на нетретирано дрво, када се користи као подлога која се површински обрађује. Промене настале у дрвету дејством термотретмана могу утицати и на адхезију премаза код финалног производа израђеног од термотретираног дрвета. На својства термотретираног дрвета највећи утицај има температура током централне фазе термопроцеса. Осим карактеристика подлоге на јачину адхезије премаза утичу и технолошке карактеристике изабраног система лакирања. УВ акрилни премази припадају групи акрилних премаза који очвршћавају дејством УВ зрачења. Садрже фотоиницијаторе који апсорбују УВ светло градећи активне старт радикале или јоне који имају за циљ покретање реакције полимеризације. УВ акрилне премазе карактерише добра еластичност, прионљивост и отпорност на деловање хемикалија. По садржају суве материје спадају у групу премаза са високим садржајем суве материје (high solids премази).

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСПИТИВАЊА

Предмет испитивања била је интеракција између подлоге од термотретираног дрвета букве и акрилног премаза који очвршћава УВ зрачењем. Проблем обухвата технологију површинске обраде којом се УВ акрилни премаз методом ваљања наноси у више слојева, али како је за адхезију најбитнији основни премаз предмет испитивања се бави, пре свега, адхезијом основног премаза, тј. подручје испитивања је зона интеракције површинског слоја термотретираног дрвета и основног премаза. Испитивање разматра утицај термотретмана, који се све чешће примењује, на крајњи квалитет очврслог филма УВ акрилног премаза. Испитивањем се могу добити подаци о оптималним процесним параметрима, којим би се смањили ризици од настанка недовољно отпорне површине финалног производа на дејство механичких и микроклиматских фактора. Буква, као изабрана дрвна врста, представља нашу најзначајнију дрвну врсту којој је могуће побољшати димензионалну стабилност и визуална својства коришћењем термотретмана. УВ акрилни премази припадају групи еколошко прихватљивих премаза. Такође, међусобни утицај подлоге од термотретираног дрвета и УВ акрилних премаза није довољно испитан, а и употреба подлоге овог типа као и премаза су у константном порасту.

Кандидат је за испитивање користио термотретиране узорке букве (*Fagus moesiaca* C.), који су лакирани УВ акрилним премазом. Површина узорака је пре лакирања припремљена различитим системима брушења, а основном УВ акрилном премазу је мењана формулација додавањем различитих удела очвршћивача.

Један од циљева испитивања је био да се утврде оптимални параметри припреме и лакирања основним УВ акрилним премазом, као и утицај подлоге од термотретираног дрвета букве, при различитим температурама централне фазе термотретмана, на јачину адхезије основног УВ акрилног премаза нанетог методом ваљања. Кандидат је као друге циљеве испитивања поставио одређивање утицаја различитих система брушења у фази припреме површине подлоге на угао квашења и јачину адхезије и могућност побољшања адхезије изменом формулације основног премаза, додавањем различитих удела очвршћивача.

Циљ испитивања је и да се детаљније одреди и објасни механизам утицаја термотретираног дрвета на јачину адхезије премаза, упоређивање са нетретираним дрветом, као и сагледавање различитих утицаја на адхезију и могућност побољшања исте. Могућност измене формулације основног УВ акрилног премаза може представљати основу за даља побољшања механичких својстава лакиране површине производа израђених од термотретираног дрвета.

У даљем тексту дате су основне претпоставке – хипотезе:

- Термичком модификацијом дрвета долази до одређених хемијских и механичких промена у дрвету букве које ће имати утицај на храпавост и способност квашења површине термотретираног дрвета водом и УВ премазом,
- Повећањем температуре у централној фази термичког третмана очекује се повећање угла квашења водом,
- Повећањем удела очвршћивача у основном премазу очекује се повећање јачине адхезије,
- Боја дрвета обршеног након термотретмана на одређеној температури може да укаже на јачину адхезије.

3. ТЕОРИЈСКИ ДЕО

У теоријском делу у оквиру посебних потпоглавља (**Термотретирано дрво и УВ акрилни премази**), описана су основна својства термотретираног дрвета и УВ акрилних премаза која су од значаја за систем дрво-премаз, са становишта, пре свега, јачине адхезије премаза за подлогу.

У потпоглављу **Термотретирано дрво** кандидат је на основу података из литературе и из индустријске праксе дао приказ предности и недостатака термотретираног дрвета. Термичком обрадом се добија тамније дрво нешто измењене структуре, стабилније на димензионалне промене, отпорније на дејство епоксилних гљива, али и смањене отпорности на савијање. Један од циљева који је заједнички за све технологије термичког третмана је да се код мање вредних и мање отпорних дрвених врста повећа њихова употребна вредност и у оквиру примене у екстеријеру. Запаљивост дрвета и неуједначен ефекат по целој запремини третираног дрвета су биле две основне тешкоће у покушајима да ова технологија прерасте у индустријску употребу. Временом је проблем запаљивости решен увођењем неког од

заштитних гасова. Кандидат указује да термички процес изазива настанак одређених промена у дрвету, које могу изазвати настанак пукотина, колапса, деформација итд. Под дејством високе температуре током термичког процеса долази и до промене основних хемијских конституената грађе дрвета.

Кандидат наводи да долази и до промена физичких својстава термотретираног дрвета. Густина термотретираног дрвета је мања у односу на густину нетретираног дрвета, као резултат губитка масе дрвета дејством високих температура током термичког процеса. Величина смањења густине је у директној зависности од температуре која се употребљава током термичког процеса. Утезање и бубрење у тангенцијалном и радијалном правцу код термотретираног дрвета је значајно смањено. Ова чињеница значајно олакшава његову финалну употребу, јер је термотретирано дрво димензионално стабилније од нетретираног дрвета. Боја термотретираног дрвета зависи, пре свега, од температуре и времена трајања термичког процеса. Што је температура термичког процеса виша то ће боја дрвета након третмана бити тамнија. Боја, такође, зависи и од варијације густине у једном истом дрвету и од тога да ли се посматра на раној или касној зони прстена прираста. Параметри боје, пре свега укупна промена боје се може користити као поуздан параметар за предвиђање чврстоће термодрвета

У потпоглављу **УВ акрилни премази** кандидат наводи да је употреба акрилних премаза у преради дрвета веома распрострањена, пре свега, због одличних својстава која пружају ови премази. Премази се користе за површинску обраду различитих врста плочатих материјала од дрвета који се уграђују у намештај, кухиње и остале производе од дрвета. Веома је заступљена и примена акрилних премаза у површинској обради вишеслојних дрвених подних облога.

Основно везивно средство у акрилним премазима су акрилатне смоле. Најважније предности ових смола су фотостабилност и отпорност на хидролизу. Акрилатне смоле су обично раствори полимера или чврсте смоле добијене радикалном полимеризацијом акрилатних мономера у раствору, у маси или суспензији. Акрилатни мономери су једноставни естри акрилне или метакрилне киселине, који не садрже функционалне групе, као и деривати мета (акрилне) киселине специфичне реактивности. У принципу УВ очвршћавање акрилата одиграва се на исти начин као и очвршћавање незасићених полиестарских смола, мада знатно брже, што омогућава да брзина кретања предмета обраде кроз УВ зону буде и до 20 m/min. **Фотоиницијатори** и **фотосензитајзери** (фотосензибилизатори) су два основна типа једињења која се користе за процес УВ очвршћавања, који апсорбују светлост и граде реактивне врсте, тј. једињења која садрже слободне радикале или јоне.

Кандидат наводи да као и код осталих премаза и код УВ акрилних премаза формирање филма представља сложен процес, који се састоји из фазе nanoшења материјала, фазе разливања (фиксирања) премаза и фазе сушења и очвршћавања материјала. Посебно важан параметар у фази nanoшења материјала је формирање контактне угла или угла квашења. Механизам адхезије је до сада пуно проучаван и у покушају да се овај феномен објасни постављане су разне теорије, од којих ни једна теорија засебно не даје потпуно објашњење. Повезивање неког премаза или адхезива са површином подлоге на коју је нанет је резултат међусобног деловања већег броја физичких, механичких и хемијских сила која се међусобно у интеракцији.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

План експерименталног рада састојао се из: Избора материјала, Припреме материјала, Површинске обраде узорака, Методе испитивања и Статистичке обраде резултата. Испитивања су обављена на узорцима термотретираног дрвета букве припремљеним у индустријским условима уз поштовање захтева контролисаног експеримента, који омогућава компаративну анализу добијених резултата. За карактеризацију предвиђених својстава изабраних материјала, подлоге и јачине адхезије УВ акрилног премаза коришћене су стандардом прописане методе.

Кандидат је у овом испитивању изабрао следеће променљиве параметре који имају одлучујући утицај на јачину адхезије УВ акрилног премаза на подлози од дрвета букве (*Fagus moesiaca* С.): температуру термичког третмана дрвета, систем брушења подлоге и удео очвршћивача у основном премазу. У складу са анализираним утицајем температуре термичког третмана на физичка, механичка и хемијска својства дрвета, изабране су следеће температуре: 140 °С, 160 °С и 194 °С. У складу са циљевима овог рада, за припрему површине узорака дрвета букве изабран је четворостепени поступак брушења са различитим завршним гранулацијама брусног папира и то: а) прва три степена: Р60, Р80 и Р100, б) четврти степен брушења (завршно брушење) Р100, Р120 и Р150, респективно. Да би се установило да ли

је удео очвршћивача од 7,5 % *attro/attro*, препоручен од стране произвођача УВ премаза, оптималан са аспекта јачине адхезије првог слоја основног премаза на подлози од термотретираног дрвета, предложени су и следећи удели очвршћивача: 4,5 % и 10,5 % *attro/attro*.

Параметри који су држани константним током припреме узорака за испитивање у овом раду били су: дрвна врста (*Fagus moesiaca* С.), правац брушења (паралелно са правцем пружања дрвних влакана), смер брушења (супротно од смера кретања предмета обраде), параметри брушења подлоге и процесни параметри лакирне линије са међуслојним брушењем премаза.

Термичко третирање узорака за испитивање обављено је у компанији „Таркет д.о.о.“ Бачка Паланка. У испитивању су коришћени режими термотретмана дрвета на температурама 140 °С, 160 °С и 194 °С. Време излагања фриза изабраној температури у централној фази било је задато и износило је 3 h, док су фаза загревања и фаза хлађења трајале у зависности од достизања жељених параметара. Након термичког третмана кандидат је приступио изради узорака према претходно усвојеној схеми.

За испитивања у овом раду, коришћен је основни УВ акрилни премаз типа *Sealer 57583* и очвршћивач произвођача „Акзо Нобел“, који су испоручени као стандардни потрошни материјали у производњи трослојног паркета који користи компанија „Таркет д.о.о.“ у Бачкој Паланци за темељни слој. Непосредно пре наношења темељног УВ акрилног премаза, обављено је његово мешање са очвршћивачем у складу са препорученом процедуром произвођача у масеном односу (*attro/attro*) 100 : 4,5. Темељни премази су припремљени од исте полазне масе основног премаза и очвршћивача како би се утицај квалитета различитих шаржи на резултате мерења свео на минимум.

Наношење УВ акрилног премаза методом ваљања на обрушене узорке је урађено на индустријској линији произвођача *Биркле* (Немачка) намењеној за лакирање вишеслојног паркета.

На обрушене узорке (36 паркетних дасака) као први слој је нанет темељни премаз (*Sealer*) са додатим очвршћивачем у количини од 27 g/m² гуменим ваљком тврдоће 25 шора, који је затим очврнут УВ живином лампом. На овај начин су нанете све комбинације темљног премаза које су предвиђене експерименталним планом.

У оквиру карактеризације својстава подлоге пре лакирања обављена су испитивања параметра храпавости *Ra* обрушених узорака, у подужном и у попречном смеру, у односу на правац пружања дрвних влакана за различите системе брушења, боје обрушених узорака спектрофотометријски, способности квашења методом одређивања контактног угла и хемијског састава површине дрвета инфрацрвеном спектроскопијом са фуријеовом трансформацијом (ФТИР).

Кандидат је обавио одређивање следећих основних својстава премаза у течном стању: садржај суве супстанце, густина, вискозитет (метод истицања, динамички вискозитет), рН вредност, као и следећа својства очврнутог премаза: дебљина сувог филма премаза и јачина адхезије (метод решетке и метод печатника).

Постојање статистичких разлика између појединих посматраних својстава оцењено је на основу анализе варијанси применом једносмерне АНОВЕ.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И АНАЛИЗА

Кандидат је у раду испитао могућност побољшања адхезије УВ акрилног премаза на подлози од термотретираног дрвета букве, у циљу одређивања оптималних процесних параметара приликом површинске обраде овог материјала са изабраном технологијом и премазом.

Узорци су израђени од дрвета букве (*Fagus moesiaca* С.), која је у форми фризе термички третирана на температурама 140 °С, 160 °С и 194 °С. Брушење је урађено на широкотрачној брусилци са четири агрегата, тако што су на четвртном агрегату мењане гранулације брусног папира, и то P100, P120 и P150. На обрушене узорке нанет је основни УВ акрилни премаз у који су додати различити удели очвршћивача (4,5%, 7,5% и 10,5%) системом машина за ваљање на линији за лакирање трослојног паркета.

Део обрушених узорака искоришћен је за анализу површине дрвета, тј. за мерење боје, храпавости, угла квашења и хемијску анализу. Непосредним методама одређивања адхезије, методом решетке и методом печатника, одређена је интеракција између основног УВ акрилног премаза и термички третираног

дрвета букве.

Применом брусног папира са ситнијим брусним зрнима у завршној фази брушења дошло је до смањивања храпавости код контролног узорка, као и код узорака термички третираних на свим температурама, као што је и било очекивано. Формулација основног премаза са повећаним уделом очвршћивача од 10,5% додатно утиче на повећање угла квашења, растући са повећањем температуре термичког третирања. Најслабија јачина адхезије методом решетке добијена је за највишу примењену температуру термичког третмана од 194°C, док је најбоља јачина адхезије постигнута на термички нетретираним узорцима, чиме је потврђен негативан утицај термичког третмана на јачину адхезије акрилног премаза. Најслабија јачина адхезије је постигнута са уделима очвршћивача од 4,5 и 7,5 %, док је са повећаним уделом очвршћивача од 10,5 % дошло до побољшања адхезије. Код узорака брушених завршном гранулацијом п Р120 се примећује јасна зависност између примењеног удела очвршћивача у основном премазу и оцене решетке. Одређивањем адхезије методом печатника показано је да је јачина адхезије на термички третираним узорцима у односу на кохезивне везе самог дрвета али њоме се нису могле одредити прецизне вредности, услед повећања удела кохезивног лома повећањем термотретмана температуре.

6. ЗАКЉУЧЦИ

У овом поглављу кандидат је приказао најважније закључке до којих је дошао током испитивања. Закључци се односе на утицај појединих параметара термотретмана дрвета, УВ акрилног темељног премаза и припреме површине брушењем на јачину адхезије између премаза и термотретираног дрвета букве.

7. ПРЕДЛОЗИ ЗА ДАЉА ИСПИТИВАЊА

Кандидат је дао смернице за даља испитивања у области примене термотретираног дрвета и његове површинске обраде УВ акрилним премазима. Предлози се односе на коришћење нове методе или унапређене методе печатника за испитивања јачине адхезије премаза на подлогама термотретираним на вишим температурама. Такође, кандидат предлаже да се следећа испитивања могу обавити и на површинама које су биле изложене деловању климатских фактора у дужем временском периоду, као што су релативна влажност ваздуха и температура.

Кандидат предлаже да се даља испитивања обаве и на другим дрвним врстама, пре свега на храсту и јасену, с обзиром на захтеве тржишта када се ради о подним облогама.

У пракси приликом површинске обраде термотретираног дрвета честа је употреба и бајцева у циљу добијања модерних визуалних ефеката обрађене површине. Употреба бајца додатно може повећати ризик настанка деламинације премаза, проузроковане слабијом адхезијом, па би се наредним испитивањима могао детаљније истражити утицај комбинације термотретираног дрвета и бајца на квалитет очврслог филма премаза.

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Имајући у виду да су ранија истраживања већ потврдила лош утицај термотретмана на адхезију различитих типова премаза, а који у индустријским условима није довољно испитан, у овом раду су спроведена испитивања утицаја подлоге од термотретираног дрвета букве (*Fagus moesiaca* С.) на јачину адхезије УВ акрилног премаза, са циљем побољшања исте. Да би се одредили оптимални параметри лакирања у индустријским условима анализирани су утицаји припреме површине термотретираног дрвета букве различитим системима брушења (променом нумерације брусног папира завршног степена брушења: Р100, Р120 и Р150), температуре централне фазе термотретмана (140 °С, 160 °С и 194 °С) и додатка различитог удела очвршћивача (4,5%, 7,5% и 10,5%) темељном УВ акрилном премазу.

На основу добијених резултата могу се донети следећи закључци:

Храпавост R_a измерена управно на правац дрвних влаканаца очекивано опада применом финије гранулације брусног папира током завршне фазе брушења и код нетретираног и код термотретираних узорака на свим температурама, осим код узорака термотретираних на температури 194 °С, где је завршно брушење нумерацијом брусног папира Р120 дало већу храпавост у односу на завршно

брушење нумерацијом брусног папира P100.

Само у случају завршног брушења нумерацијом брусног папира P120 уочен је пораст храпавости Ra са порастом температуре термотретмана од 140 °C до 194 °C, што може бити последица ломљења и кидања ћелијских зидова дрвних влаканаца на површини подлоге услед деградације дрвног ткива дејством термотретмана. Такође, храпавост Ra измерена паралелно са правцем дрвних влаканаца се, генерално, повећава повећањем температуре термотретмана.

Поређењем храпавости Ra може се закључити да је храпавост управно на влаканца 1,55 до 1,95 пута већа у односу на храпавост у правцу дрвних влаканаца за термички нетретирани узорке. Такође, овај однос опада повећањем температуре термотретмана, тако да је однос најмањи за највишу температуру од 194 °C. У случају завршног брушења брусним папиром P120, долази до изједначавања овог односа за све температуре термичког третмана, и то на вредност од око 1,6. Наведене констатације потврђују да је термичка модификација дрвета букве утицала на храпавост Ra површине чиме је **потврђен сегмент прве хипотезе**.

У посматраним индустријским условима време које је потребно да протекне од тренутка наношења темељног УВ акрилног премаза до тренутка његовог очвршћавања дејством УВ лампе износило је око 6 секунди, услед чега су вредности контактнoг угла добијене након 5-те секунде најзначајније са становишта оцене способности квашења.

Након 5 секунди, контактни угао у односу на почетни се смањује, генерално, у просеку за 50 % за све формулације темељног премаза код свих термотретираних узорак и за све системе брушења и полако се приближава вредностима за воду.

Повећањем удела очвршћивача у основном премазу повећавао се и контактни угао квашења, тако да је највише вредности имао за удео очвршћивача од 10,5% и углавном додатно растао повећањем температуре термотретмана од 140 °C до 195 °C. Такође, контактни угао квашења водом расте са повећањем температуре централне фазе термотретмана као последица деградације хемицелулоза услед дејства термотретмана коју су потврдили резултати ФТИР анализе, чиме је **потврђена друга хипотеза**.

Изабрани систем завршног брушења није имао значајан утицај на вредност контактнoг угла квашења основног премаза измереног након 5 секунди, док се контактни угао квашења водом повећавао применом финије гранулације током завршне фазе брушења.

Измерена боја на узорцима пре лакирања показује јасну зависност L и a координате боје од температуре у централној фази термотретмана. Вредност L координате опада са повећањем примењене температуре, што потврђује промену боје ка тамнијој нијанси повећањем температуре термотретмана, док вредност координате a расте са повећањем температуре термотретмана.

Најслабија адхезија методом решетке добијена је за температуру термотретмана од 194 °C, док је најбоља адхезија постигнута на термички нетретираним узорцима, чиме је потврђен негативан утицај термотретмана на адхезију УВ акрилног премаза.

Применом финије завршне гранулације код термотретираних узорак на највишој температури дошло је до смањења адхезије, тако да су најслабији резултати постигнути завршним брушењем брусним папиром нумерације P150 и износили су у просеку 1,8 јединица. Најслабија адхезија је постигнута са уделима очвршћивача од 4,5 и 7,5 % (1,9 јединица), док је са повећаним уделом очвршћивача од 10,5 % дошло до побољшања адхезије за 0,3 јединице, чиме је **потврђена трећа хипотеза**.

Код узорак припремљених завршним брушењем брусним папиром нумерације P120 нађена је зависност између удела очвршћивача у основном премазу и оцене решетке, тако да за контролне узорке и узорке термотретираних на температури 140 °C и 194 °C долази до израженог повећања адхезије са повећањем удела очвршћивача у основном премазу што је у складу са претпоставком изнетој у трећој хипотези, осим у случају термотретираних узорак на 160 °C код којих је констатован супротан тренд.

Потврђена је четврта хипотеза да се мерењем боје термотретираниог дрвета на различитим температурама може предвидети адхезија УВ акрилног премаза на овом типу подлоге применом утврђене корелације између измерене L компоненте боје и оцене адхезије методом решетке ($y = -0,0316x + 2,7683$, у - оцена адхезије, x - L компонента боје након брушења).

Применом методе печатника установљено је да је адхезија на термотретираним узорцима већа од кохезивне везе самог дрвета, али се нису могле одредити њене прецизне вредности. Удео кохезивног лома у дрвету је растао са повећањем температуре термотретмана, и очекивано највиша вредност од 91 % је утврђена на температури 194 °С, као последица опадања механичке чврстоће дрвета услед дејства термотретмана.

Повећање отпорности на кидање повећањем удела очвршћивача у основном премазу било је карактеристично за термички нетретирани узорке завршно обрешене брусним папирима нумерације P120 и P150.

Након свега што је изнето може се закључити да јачина адхезије може бити критична за узорке термотретираних на температурама 160 °С и 194 °С, поготово на температури од 194 °С. У циљу постизања што јаче адхезије за дрво букве термотретираних на температури од 194 °С препорука је да се у процесу лакирања обави завршно брушење брусним папиром нумерације P120, а да се у темељни премаз дода 10,5% очвршћивача. Друга опција која би задовољила захтеве за дужим временом рада брусне траке, а уједно допринела и смањивању потрошње очвршћивача, подразумева завршно брушење брусним папиром P100 и коришћење темељног премаза са уделом очвршћивача од 4,5%, уз напомену да ова гранулација брусног папира може бити ризична са аспекта настајања одређених грешака лакирања (груба површина, оштећене ивице...). У случају лакирања дрвета букве термотретираних на температури 160 °С треба користити у фази завршног брушења брусни папир нумерације P120 уз могућност смањења удела очвршћивача са препоручених 7,5% на 4,5% у темељном премазу.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Кандидат је на прегледан и јасан начин, користећи табеле и графике, приказао најважније резултате до којих је дошао током испитивања. Резултати испитивања су тумачени узимајући у обзир различите факторе који су могли имати утицаја на њих. Закључци који чине оригинални научни допринос ове докторске дисертације су јасно истакнути.

Текст докторске дисертације је подељен у поглавља која чине логички повезану целину.

Кандидат је у потпуности испунио основни циљ овог истраживања и испитао утицај различитих параметра термичког третирања дрвета, припреме УВ акрилног основног премаза, припреме површине дрвета на јачину адхезије, која је мера квалитета површинске обраде финалних производа.

На основу целокупне анализе израђене докторске дисертације, остварених резултата и изведених закључака, Комисија констатује да је кандидат дипл. инж. Јован Добић са успехом истражио значајан научни проблем, да је рад урађен у складу са прихваћеном темом докторске дисертације и да је постављени научни задатак у потпуности испуњен.

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Дисертација је написана у складу са образложењем наведеном у пријави теме и садржи све битне елементе које је потребно да садржи једна докторска дисертација.

Оригинални научни допринос дисертације „**Могућност побољшања адхезије УВ акрилног премаза на термотретираним дрвету букве**“ је утврђивање доминантних параметара који утичу на формирање доброг везивања УВ акрилног премаза на подлогу од термотретираних дрвета букве, који се огледа пре свега у постизању оптималне јачине адхезије између ова два материјала. Применом изабраних параметара технолошког процеса могуће је на брз и ефикасан начин, без великих трошкова, унапредити укупна својства дрвета као подлоге и на тај начин побољшати интеракцију са УВ акрилним премазом, односно квалитет лакиране површине дрвета применом ове врсте премаза. На овај начин могуће је површински обрађивати и друге врсте термотретираних дрвета.

Нису примећени недостаци дисертације који су могли да утичу на резултате истраживања.

IX ПРЕДЛОГ

На основу сагледавања укупног садржаја и изнете оцене докторске дисертације дипл. инж. **Јована Добића** Комисија констатује следеће:

- Кандидат је урадио докторску дисертацију под насловом „**Могућност побољшања адхезије УВ**

акрилног премаза на термотретираном дрвету букве“.

- Докторска дисертација је написана према свим стандардима у научно-истраживачком раду и испуњава све потребне услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Универзитета у Београду - Шумарског факултета.
- Истраживања у оквиру докторске дисертације су по структури, методологији и обиму обављена у складу са пријављеном темом, за коју је Веће научних области биотехничких-наука Универзитета у Београду дало сагласност 02 Број: 06-17650/19-12 од 15.03.2012.године.

Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Шумарског факултета, да дисертацију дипл. инж. Јована Добића стави на увид јавности, да прихвати Извештај о оцени израђене докторске дисертације и упути га Већу научних области биотехничких наука Универзитета у Београду на коначно усвајање, као и да се кандидат дипл.инж. Јован Добић, након завршене процедуре, позове на јавну одбрану.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Др Милан Јајић, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Др Миланка Ђипоровић-Момчиловић, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Др Симонида Томић, ванредни професор
Универзитета у Београду – Технолошко-металуршког
факултета