

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертацію **ЛОМАГИ Василя Васильовича** на тему:

«Вогнезахисне просочення деревини органо-неорганічними композиціями», подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 18 «Виробництво та технології» та спеціальності 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Подану на розгляд дисертацію В. В. Ломаги викладено на 223 сторінках, вона складається з 5 розділів, містить 45 рисунків, 37 таблиць, 149 посилань, 6 додатків.

Роботу присвячено вирішенню актуальної науково-технічної проблеми, що полягає у вогнезахисному просоченні деревини органо-неорганічними композиціями та запобіганні горінню, поширенню полум'я та димоутворювальної здатності деревини на основі розкриття механізму уповільнення реакцій розкладу при термічній дії та процесу водопоглинення виробів під час вогнезахисту деревини.

Дослідження виконувалося в межах науково-дослідної роботи «Розробити технічні вимоги до вогнезахисних покриттів дерев'яної тари зберігання озброєння і боєприпасів» (номер державної реєстрації 0117U003528).

Актуальність теми

При будівництві та реконструкції різних типів об'єктів, включаючи цивільні, промислові та спеціальні споруди, використовуються різноманітні будівельні матеріали. Одним з таких матеріалів є деревина, яка має особливу чутливість до дії високих температур і втрачає свої властивості при пожежі. А тому сьогодні найбільш ефективним методом поліпшення вогнезахисних властивостей деревини є оброблення її неорганічними та органічними речовинами, сутність якої полягає в просочуванні її водорозчинними просочувальними засобами. При цьому виявлено, що незадовільна ефективність заходів захисту пояснюється недостатньою вивченістю механізму

зміни деструктивності деревини, що унеможлиблює отримання об'єктивної інформації про характер процесів, які відбуваються в експлуатаційних середовищах. Водночас, відсутність теоретичних уявлень про кінетику руйнування деревини при термічній дії, вплив на стійкість сумішей неорганічних та органічних речовин суттєво обмежує масштаби і перспективи використання цих ефективних матеріалів.

Таким чином, проблема вогнезахисту деревини в будівельних конструкціях, підвищення їх експлуатаційної стійкості шляхом вогнезахисту композиціями неорганічних та органічних речовин є актуальною. Рішення даної проблеми має важливе значення, оскільки дозволяє вирішити наступні завдання: раціонально використовувати матеріали у виробництві дерев'яних будівельних конструкцій, розширити сировинну базу, розробити нові ефективні композиції з урахуванням структурування та комбінування неорганічних солей з полімерними речовинами, застосовувати нові оптимальні технології вогнезахисту, що сприяють формуванню більш досконалої структури виробу, стійкого до експлуатаційного руйнування, у тому числі й займання.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

У дисертації В. В. Ломаги дослідження вогнезахисту та вогнестійкості деревини базується на використанні теоретичних та практичних методів, які ґрунтуються на системному аналізі властивостей та узагальненні досягнень у вогнезахисті деревини, на основних положеннях теорії тепломасообміну, математичної статистики, теорії подоби та числових методах математичного аналізу при математичному моделюванні і вивчені швидкості вигорання та тепловиділення, динаміки процесу втрати маси зразків під дією теплового потоку, вимивання та фізико-хімічних методів досліджень (газова хроматографія, гравіметричний аналіз, калориметрія), які загально-визнані у світі. Основні положення оформлені у вигляді тверджень. Методи лабораторних випробувань (оцінювання реагування матеріалів на дію теплового випромінювання, їх займистість та димоутворення)

та експериментальні методи дослідження механізму водопоглинення та тривалості ефективного захисту деревини від загоряння проводилися із застосуванням стандартизованих лабораторних методів. У роботі є висновки і рекомендації щодо використання вогнезахисних матеріалів.

Вірогідність і новизна досліджень

Всі наукові положення обґрунтовані і графічно проілюстровані. На вірогідність експериментальних результатів вказує використання загальноновизнаних методів та порівняння отриманих результатів з результатами досліджень інших авторів.

Отримано вогнезахищену деревину із покращеними експлуатаційними властивостями, шляхом гальмування процесів термічного розкладу, ізолювання від впливу підвищеної вологи, зменшення масопереносу матеріалів, які в комплексі вирішують проблему вогнезахисту деревини з урахуванням вимог екологічної безпеки.

Наукова новизна роботи

Наукова новизна полягає у науковому обґрунтуванні науково-технічних основ гальмування термічної деструкції деревини, які базуються на уповільненні процесу термічного розкладу і масопереносу при обробленні деревини органо-неорганічним покриттям та створенні поверхневого теплозахисного коксового шару.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендації щодо їх можливого використання

Наукове значення мають розроблені фізико-хімічні основи, що встановлюють закономірності процесів, які протікають у захисних покриттях деревини при їх експлуатації; у взаємовпливі, що проявляє стійкість до виходу антипіренів залежно від здатності гідрофобізатора та встановлено їх взаємозв'язок з можливістю протидіяти термодеструкції; утворення спіненого шару коксу під впливом високої температури на вогнезахисне покриття, що переміщується в напрямі зростання температури.

Таким чином, робота має велике значення для надання рекомендацій щодо застосування вогнезахисних композицій з метою зниження горючості дерев'яних конструкцій на об'єктах різного призначення.

Рекомендації щодо використання результатів роботи

Одержані теоретичні і технічні розробки впроваджено в практику при визначенні ефективності гідрофобізації захищених від вогню целюлозовмісних матеріалів на стійкість органічного гідрофобізатора при коливаннях вологості та температури і на виготовлення та нанесення покриття, рекомендацій з утримання покриття під час експлуатації.

Отримані результати досліджень знайшли відображення при розроблені технічних умов ТУ У 20.5-34384974-001:2019 «Засоби вогнезахисні для дерев'яних конструкцій», які відповідають сучасним екологічним вимогам, та технологічний регламент на виготовлення вогнезахисного органо-неорганічного покриття. Результати досліджень впровадженні при розроблені заходів з виготовлення вогнезахисної деревини для будівельних конструкційна ПП «Пожтехнозахист». Загальний економічний ефект від впровадження розроблених ефективних матеріалів та виробів становить 1073280,00 грн.

Практична цінність дисертації

Сукупність проведених досліджень дала змогу розробити технологічні рішення з використанням у складі органо-неорганічних композицій, що містять фосфорні кислоти, карбамід, диціандіамід в'язучого на основі гідролізованого крохмалю, що забезпечують необхідні екологічні показники.

Повнота викладу результатів дослідження в опублікованих наукових працях

Основні результати дисертації опубліковано у 20 наукових працях, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 2 статті у наукових виданнях інших держав,

2 патенти України на корисні моделі, 8 тез наукових доповідей, навчальний посібник.

Характеристика роботи

Вступ. У вступі до дисертації обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення результатів роботи, особистий внесок здобувача, наведені дані щодо апробації результатів досліджень.

Розділ 1. Проаналізовано стан наукової проблеми, сформульовано наукову гіпотезу та обґрунтовано напрями досліджень.

Наведено аналіз структури та властивостей деревини, що дозволив визначити основні переваги та недоліки виробів з деревини. Оглянуто основні способи і засоби для вогнезахисту деревини та встановлено їх основні недоліки та переваги. Виявлено механізм роботи покриттів здатних утворювати теплоізолюючий шар на поверхні дерев'яних виробів і встановлено роль речовин, що входять в склад покриттів на процес спучення. Визначено доцільність застосування в спучуючих покриттях каталізаторів на основі кислот, в якості газоутворювачів – карбамід та в'язучих компонентів на основі природних органічних речовин, які здатні при високотемпературній дії утворювати теплоізолюючий шар з пінококсу. Труднощі, які виникають при підборі загальновідомих матеріалів, пов'язані з недостатньою вивченістю механізму їх дії та ефективним використанням при модифікуванні целюлозовмісних матеріалів. Принципових зауважень до об'єму та глибини розгляду джерел інформації немає.

Розділ 2. Наведено дослідження процесів термічного руйнування та тепломасоперенесення вогнезахищеної деревини.

Проведено моделювання процесу займання зразка деревини та встановлено параметри часу запалювання, що дає можливість впливати на цей процес. Доведено, що займання деревини полягає у створенні на поверхні деревини шару, який нагрівається до критичної температури,

коли починається інтенсивний розклад матеріалу з виділенням необхідної кількості горючих газів та їх займання.

Встановлено закономірності процесу передавання тепла деревиною при її захисту покриттям, визначено коефіцієнт теплопровідності та отримано залежності, що дозволяють одержувати зміну динаміки теплопередачі при спучуванні покриття. Встановлено особливості гальмування процесу передавання тепла до матеріалу, що оброблений органо-неорганічним покриттям, який полягає в утворенні на поверхні деревини теплозахисного шару коксу. Визначено вплив оболонки на стійкість до дії води та отримано критеріальні співвідношення, що дозволяють розраховувати зміну антипіренів на поверхні деревини, тобто значення концентрації вимитих антипіренів при впливі води в часі.

Розділ 3. Обґрунтовано методику досліджень і характеристику сировинних матеріалів.

Розроблено рецептури покриттів, що містять фосфорні кислоти, карбамід, диціандіамід, в'язучого на основі гідролізованого крохмалю і вироблено заходи з поліпшення якісних показників вогнезахищеної деревини.

Створено багатофакторний метод оцінювання експлуатаційних властивостей, зокрема, вимивання, гігроскопічність, корозійна дія на метали, та вогнестійких властивостей за показниками горючості, поширення полум'я та димоутворювальної здатності. Руйнування та процеси, що ініціюють при експлуатації дерев'яних конструкцій, досліджували у лабораторних умовах. Для дослідження опірності термічного руйнування деревини використовували стандартизоване обладнання існуючої нормативної бази.

Для обробки результатів досліджень застосування методів статистичної обробки даних експерименту, що істотно сприяє підвищенню продуктивності праці і якості одержуваних результатів. Застосування нового напрямку оптимізації складу наповнювачів методом оптимізації і одночасного врахування декількох досліджуваних факторів дозволяє визначити технологічні

параметри, що забезпечують поліпшення вогнезахисних властивостей, а також показники надійності матеріалів.

Розділ 4. Присвячено дослідженню впливу зовнішніх факторів на експлуатаційні властивості (водовідштовхувальна здатність, корозійність та термостійкість) вогнезахищеної деревини, а також їх стійкість до перемінної дії атмосфери.

Виявлено механізм вогнезахисту деревини при застосуванні органо-неорганічної композиції, який полягає в утворенні на поверхні деревини спученого шару пінококсу. Наявність вогнезахисного органо-неорганічного покриття на деревині змінює процес термодеструкції, зменшує кількість горючих газів, які флегматизуються великою кількістю азоту та діоксиду вуглецю, що відповідно підтверджується результатами визначення індексу горючості.

Розроблено багатофакторний метод оцінювання експлуатаційних показників, зокрема, вимивання, гігроскопічність, корозійна дія на метали, та вогнестійких властивостей за показниками горючості, поширення полум'я та димоутворювальної здатності. Результати визначення властивостей деревини захищеної від вогню показали, що оброблені матеріали з деревини при застосуванні гідрофобізатора відносяться до атмосферостійких та важкогорючих. На основі випробувань на модельних зразках деревини захищеної від вогню показали, що покриття при дії високої температури утворює спучений шар пінококсу, сприяє теплоізолюванню поверхні деревини, та запобігає проходженню високої температури до матеріалу і вигоранню деревини. При цьому знижується димоутворюваність і горіння матеріалу. Загалом ефективність вогнезахисту деревини, отримана при багатофакторному визначенні пожежонебезпечних властивостей, показала, що вироби належать до важкогорючих матеріалів, які повільно поширюють полум'я та з низькою димоутворювальною здатністю.

Підтверджено правомірність спільного застосування гідрофобізаторів з вогнезахисним покриттям деревини на конкретних моделях впливу зміни

вологості і температури, а саме, проникаючи в пори деревини, гідрофобізують капіляри та мікротріщини поверхні, утворюючи захисну полімерну плівку, що підвищує експлуатаційні показники.

Розділ 5. З урахуванням результатів аналітичних досліджень та екологічних вимог щодо охорони довкілля розроблено нормативні документи, які відповідають сучасним екологічним вимогам, та технологічний регламент на його виготовлення. Розроблено практичні рекомендації отримання вогнезахисних будівельних матеріалів, а саме оброблення покриттями існуючих конструкцій, вимоги до застосування захисних засобів, виконання робіт та утримання захищених матеріалів, контроль якості робіт з захисного оброблення в процесі експлуатації.

За даними техніко-економічних розрахунків, реалізація розроблених рішень при вогнезахисті конструкцій, дозволяє отримати економічний ефект при обробці внутрішніх поверхонь основних несучих дерев'яних конструкцій ПП «Пожтехнозахист», який складає 351,44 грн на 1 м², а загальний становить 1073280,00 грн.

У *додатках* приведено довідки про впровадження результатів дисертації як в нормативні документи, так і у виробництво.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

У дисертації В. В. Ломаги відсутні порушення академічної доброчесності. У дослідженні повною мірою дотримано вимоги щодо посилань на літературні джерела та джерела статистичної інформації. Використання ідей, результатів та текстів інших авторів містить посилання на відповідне джерело інформації.

Дискусійні положення та зауваження до роботи

Позитивно оцінюючи достатньо високий науковий рівень підготовки дисертації, необхідно звернути увагу на окремі недоліки та дискусійні положення представленого дослідження:

1. В роботі відсутня інформація щодо сучасного ринку вітчизняних і зарубіжних антипіренів, їх композицій за ціновим фактором та ефективністю дії на деревину та вироби.

2. В дисертації недостатньо розглянуто питання захисного оброблення дерев'яних конструкцій на об'єктах будівництва при виготовлені споруд.

3. Чи видно з теоретичних моделей, як зміниться димоутворювальна здатність, горючість оброблених матеріалів? Де знайдуть використання ці дослідження?

4. В роботі показано, що процес піролізу зразків вогнезахищеної деревини протікає з утворенням коксового залишку у 5÷10 разів більше, ніж у необробленій, підвищені енергії активації термічного розкладу у понад два рази, а газохроматографічними дослідженнями аналізу летких продуктів піролізу модифікованих зразків встановлено збільшення негорючих газів у 8 разів та зменшення вмісту горючих – понад 40 %. Вогнезахист змінює механізм термодеструкції чи її процес?

5. В роботі показано, що з часом виробу з вогнезахищеної деревини можуть втрачати захисні властивості. Які автором встановлені фактори, що вплинули на процес втрати вогнезахищеною деревиною своїх властивостей?

6. Чи були проведені порівняльні випробування в інших дослідно-випробувальних лабораторіях?

Однак, наведені зауваження не зменшують наукової і практичної цінності дисертації. Вона в цілому є закінченою науковою працею, що відзначається науковою новизною і безперечно має практичне значення, в ній знайдено й частково реалізовано шляхи вирішення однієї з важливих прикладних задач у галузі деревообробки. Основні результати отримано здобувачем особисто. Робота викладена ясною мовою, добре оформлена.

Загальний висновок

Загальний аналіз роботи свідчить про самостійність і цілісність проведеного дослідження, його актуальність і науковий рівень, теоретичне й практичне значення. Наукові положення, висновки та рекомендації в роботі логічно й зрозуміло сформульовані, достатньо повно викладені в опублікованих здобувачем наукових публікаціях. У дисертаційному дослідженні В. В. Ломаги відсутні порушення академічної доброчесності.

Дисертація на тему: «Вогнезахисне просочення деревини органо-неорганічними композиціями» відповідає вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261, наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» і Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор Ломага Василь Васильович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 18 «Виробництво та технології» та спеціальності 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Офіційний опонент
Начальник науково-дослідного центру
протипожежного захисту
Інституту державного управління
та наукових досліджень ДСНС України
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник



Вадим НІЖНИК

Підпис В.В. Ніжника засвідчую:

Заступник начальника Інституту
з наукової роботи,
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
полковник служби цивільного захисту



Віталій КОВАЛЕНКО