



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ УКРАЇНСЬКОЮ,
АНГЛІЙСЬКОЮ ТА ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

ЛДУ БЖД

№ 39, 2021

заснований у 2002 році

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Паснак І.В., *головний редактор*, к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Лавренюк О.І.**, *заступник головного редактора*, к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Яковчук Р.С.**, *заступник головного редактора*, д.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Пазен О.Ю.**, *відповідальний секретар*, к.т.н., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Баланюк В.М.**, д.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Башинський О.І.**, к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Гашук П.М.**, д.т.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Гонтар З.Г.**, к.держ.упр., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Демчина Б.Г.**, д.т.н., проф., Національний університет «Львівська політехніка», Україна; **Домінік А.М.**, к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Ємельяненко С.О.**, к.т.н., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Кирилів В.І.**, к.т.н., с.н.с., Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка, Україна; **Коваленко В.В.**, к.т.н., с.н.с., Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Україна; **Ковалишин В.В.**, д.т.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Коваль М.С.**, д.пед.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Козяр М.М.**, д.пед.н., проф., Член-кореспондент НАПН України, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Костенко В.К.**, д.т.н., проф., Донецький національний технічний університет МОН України, Україна; **Кузик А.Д.**, д.с-г.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Лозинський Р.Я.**, к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Лоїк В.Б.**, к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Михалічко Б.М.**, д.х.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Придатко О.В.**, к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Птак Сімон**, PhD, Головна школа пожежної служби, Польща; **Ратушний Р.Т.**, д.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Саміло А.В.**, к.ю.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Тацій Р.М.**, д.ф.-м.н., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Тригуба А.М.**, д.т.н., проф., Львівський національний аграрний університет, Україна; **Шукіс Рітолдас**, PhD, доц., Вільнюський технічний університет ім. Гедиміна, Литва; **Ярош Войцех**, PhD, Головна школа пожежної служби, Варшава, Польща.

ISSN 2078-6662 (print)
ISSN 2708-1087 (online)

DOI: 10.32447/20786662.39.2021.00

ЗАСНОВНИКИ Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД);
Український науково-дослідний інститут
цивільного захисту (УкрНДЦЗ).

ВИДАВЕЦЬ Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД).

ЗАРЕЄСТРОВАНО Державною реєстраційною службою України
14.07.2014 р. Серія КВ №20916-10716 ПР

**ВНЕСЕНО ДО ПЕРЕЛІКУ НАУКОВИХ ФАХОВИХ ВИДАНЬ УКРАЇНИ
ЯК ДРУКОВАНЕ ПЕРІОДИЧНЕ ВИДАННЯ КАТЕГОРІЇ «Б»**
(Наказ МОН України від 02.07. 2020 року № 886)

ВНЕСЕНО ДО БІБЛОГРАФІЧНИХ БАЗ ДАНИХ:
«*НАУКОВА ПЕРІОДИКА УКРАЇНИ*» В НАЦІОНАЛЬНІЙ БІБЛІОТЕЦІ УКРАЇНИ
ІМ. В.І. ВЕРНАДСЬКОГО, «*ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY*»,
«*GOOGLE SCHOLAR*»

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ЛДУ БЖД
(Протокол № 5 від 22.12.2021 р.)

Літературний редактор Падик Г.М.
Технічний редактор Сорочич М.П.
Комп'ютерна верстка Фльорко М.Я.
Друк на різнографі Петролюк Н.І.
Відповідальний за друк Фльорко М.Я.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ: ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007
Контактні телефони: (032) 233-24-79, тел/факс 233-00-88
E-mail: pb_zbirnyk@ldubgd.edu.ua

Збірник наукових праць «Пожежна безпека» видається з 2002 року.
Запланована періодичність: 2 рази на рік. Тематична спрямованість: оригінальні
та оглядові праці в галузі технічних наук з напрямку «пожежна безпека» за
спеціальністю 261 – пожежна безпека.

Здано в набір 23.12.2021. Підписано до друку 27.12.2021.
Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 8,90.
Гарнітура Times New Roman. Друк на різнографі.
Наклад: 100.
Друк: ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ СТАТТІ / SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL ARTICLES

Т. Г. Бережанський, М. І. Пашечко
РОЗРОБКА ПОКРИТТІВ ДЛЯ
РЕГЕНЕРАЦІЇ ВУЗЛІВ ПОЖЕЖНОЇ
ТЕХНІКИ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО
ОБЛАДНАННЯ

5

T. G. Berezhanskyi, M. I. Pashechko
DEVELOPMENT OF COATINGS FOR
REGENERATION OF FIRE TOOLS
AND EQUIPMENT

*А. Ф. Гаврилюк, М. О. Гайдук,
Д. І. Дуленко*
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ
ВЗАЄМОЗАМІНИ ВОГНЕЗАХИСНОГО
ЗАСОБУ НА ЗНИЖЕННЯ
ПОКАЗНИКІВ ВОГНЕЗАХИСНОЇ
ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

12

*A. F. Havryliuk, M. O. Haiduk,
D. I. Dulenko*
STUDY OF THE INFLUENCE OF CHANGE
OF FIRE PROTECTIVE AGENT ON
REDUCTION OF FIRE PROTECTION
EFFICIENCY OF WOODEN BUILDING
STRUCTURES

Л. П. Гащук, П. М. Гащук
ІНФОРМАЦІЙНІ ПРИНЦИПИ ТЕОРІЇ
СИНТЕЗУ ЗАКОНІВ ПЕРЕМІКАННЯ
ПЕРЕДАЧ В ТРАНСМІСІЯХ
АВТОМОБІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНО-
РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

21

L. P. Hashchuk, P. M. Hashchuk
INFORMATION PRINCIPLES OF THE
THEORY OF SYNTHESIS OF GEAR
SHIFTING LAWS IN TRANSMISSIONS OF
AUTOMOBILE FIRE-RESCUE
TECHNIQUE

В. Л. Копчак, А. П. Кушнір
РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ БЛОКУ
НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ
МАКСИМАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО
ПОЖЕЖНОГО СПОВІЩУВАЧА З
ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАТИ ARDUINO

32

B. L. Kopchak, A. P. Kushnir
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION
OF THE INDISTINCT LOGIC BLOCK OF
THE MAXIMUM THERMAL FIRE
DETECTOR USING THE ARDUINO
BOARD

*А. Д. Кузык, К. Л. Драч,
В. І. Товарянський*
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ГАСІННЯ ТРАВ'ЯНИХ ПОЖЕЖ
ПОТОКАМИ ПОВІТРЯ ТА
ПОВІТРЯНО-ВОДЯНОЇ СУМІШІ

43

*A. D. Kuzyk, K. L. Drach,
V. I. Tovaryanskyi*
EXPERIMENTAL STUDIES
OF EXTINGUISHING GRASS FIRES
BY AIR FLOWS AND AIR-WATER
COMPOSITION

О. В. Лазаренко, В. І. Посполітак
СПОСОБИ ВИПРОБУВАННЯ
ЛІТІЙ-ІОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ
ЖИВЛЕННЯ НА ПРЕДМЕТ
ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

49

O. V. Lazarenko, V. I. Pospolitak
METHODS OF TESTING
LITHIUM-ION BATTERIES
FOR FIRE HAZARD

ОГЛЯДОВІ СТАТТІ / REVIEW ARTICLES

*В. М. Баланюк, О. І. Гарасим'юк,
Ю. О. Копистинський, А. В. Гриньова*
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ
ВОГНЕГАСНОГО АЕРОЗОЛЮ НА
ОСНОВІ НЕОРГАНІЧНИХ СОЛЕЙ
КАЛІЮ ДЛЯ ЕКРАНУВАННЯ
ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
НА ПОЖЕЖАХ

56

*V. M. Balanyuk, O. I. Garasimyyuk,
Y. O. Kopystynsky, A. V. Grynova*
PROSPECTS FOR THE USE OF FIRE-
EXTINGUISHING AEROSOL BASED ON
INORGANIC POTASSIUM SALTS FOR
SCREENING OF THERMAL RADIATION IN
FIRE

Р. Б. Веселівський, Д. В. Смоляк
СПОСОБИ ВОГНЕЗАХИСТУ
МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ
КОНСТРУКЦІЙ

63

R. B. Veselivskyy, D. V. Smolyak
METHODS OF FIRE PROTECTION OF
METAL BUILDING STRUCTURES

*С. Я. Вовк, О. Ю. Пазен,
Н. О. Ференц, А. С. Лин*
ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ
ТОВЩИНИ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ
ПЕРЕДІЛКИ НАВКОЛО ПЕЧЕЙ ТА
ДИМОХОДІВ В БУДІВЛЯХ З
ГОРЮЧИМИ БУДІВЕЛЬНИМИ
КОНСТРУКЦІЯМИ

77

*S. Ya. Vovk, O. Y. Pazen,
N. O. Ferents, A. S. Lyn*
DETERMINATION OF THE OPTIMAL
THICKNESS OF FIRE-RESISTANCE
PARTICULAR AROUND FURNACES
AND CHIMNEYS IN BUILDINGS
WITH COMBUSTIBLE BUILDING
STRUCTURES

*Р. В. Климась, В. В. Ніжник,
Ю. Л. Фещук, І. Г. Стилик,
В. С. Некора, Л. П. Несенюк*
ЩОДО ОБМЕЖЕННЯ ПОШИРЕННЯ
ПОЖЕЖ ПІД ЧАС АВАРІЙ НА
ТРАНСФОРМАТОРНОМУ
ОБЛАДНАННІ

85

*R. V. Klymas, V. V. Nizhnyk,
Yu. L. Feshchuk, I. G. Stylyk,
V. S. Nekora, L. P. Nesenuk*
RESTRICTING THE SPREAD
OF FIRE DURING ACCIDENTS
ON TRANSFORMER EQUIPMENT

*В. В. Ковалишин, Н. Р. Великий,
Вол. В. Ковалишин, Т. М. Войтович,
М. П. Сорочич*
ЗАСОБИ ОТРИМАННЯ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ
КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ

94

*V. V. Kovalyshyn, N. R. Velykyi,
Vol. V. Kovalyshyn, T. M. Voitovych,
M. P. Sorochych*
MEANS OF OBTAINING AND
PROSPECTS OF USING
COMPRESSION FOAM

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

105

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

А. Ф. Гаврилюк

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

М. О. Гайдук

Аварійно-рятувальний загін спеціального призначення ГУ ДСНС України у Хмельницькій області

Д. І. Дуленко

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЗАЄМОЗАМІНИ ВОГНЕЗАХИСНОГО ЗАСОБУ НА ЗНИЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Постановка проблеми. Деревина – один з найдавніших будівельних матеріалів. Поряд із суттєвими перевагами деревина має і недоліки, основним з яких є горючість. Однією з основних вимог до будівель і споруд є збереження несучої здатності будівельних конструкцій під час пожежі, а цього можна досягти завдяки вогнезахисту. Згідно з аналітичними даними спостерігається тенденція до залучення представників територіальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) до комісій з перевірок вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій. Така тенденція свідчить про збільшення кількості виконаних робіт з вогнезахисту, а також про зацікавлення замовників вогнезахисного просочування у якісному виконанні робіт, що у свою чергу забезпечує ефективну пожежну безпеку об'єкта. Можливість участі представників територіальних підрозділів ДСНС у процесі перевірки вогнезахисту не лише забезпечує контроль за якісним виконанням робіт з вогнезахисного просочування, а й надає можливість виявити та проаналізувати існуючі проблеми у цій сфері.

Метою роботи є дослідженні вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій при зміні вогнезахисного розчину.

Опис матеріалу. Поверхнєве вогнезахисне просочування залишається одним з найефективніших методів захисту дерев'яних конструкцій від впливу вогню. Застосування цього методу зниження показників пожежної небезпечності деревини переважно зумовлене балансом високої ефективності та економічної доступності вогнезахисних засобів, а також можливістю безпосереднього контролю з боку представників територіальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій за якістю виконаних робіт з вогнезахисного просочування. З метою більш конкретного висвітлення проблем, які виникають при проведенні вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій було проаналізовано стан сфери вогнезахисного просочування на прикладі Хмельницької області. Аналіз статистичних даних створює підґрунтя для більш глибокого аналізу проблеми неякісного вогнезахисного просочування, встановлення об'єктивних причин, які спричинили негативні результати методів контролю, та дає можливість виділити цю проблематику в окремий напрямок для подальших досліджень. В результаті аналізу останніх літературних джерел і публікацій було виявлено, що проблематику причин неякісного виконання вогнезахисту в Україні об'єктивно не було досліджено.

Висновки. За результатами аналітичних досліджень висновків комісій з перевірок вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій виявлено залежність між неналежним вогнезахистом дерев'яних будівельних конструкцій та вогнезахисними розчинами, зокрема, що у всіх випадках поверхнєве просочування проводилось іншим вогнезахисним розчином ніж попереднім. Подальші дослідження доцільно направити на врахування ширшого спектру чинників, які впливають на зниження вогнезахисту дерев'яних конструкцій, а також розроблення на цій основі нормативно-правових актів, які б зобов'язували ліцензіатів враховувати попередній вогнезахисний розчин, яким оброблені дерев'яні конструкції, з метою забезпечення задекларованої групи вогнезахисту новим вогнезахисним розчином.

Ключові слова: поверхнєве просочування, вогнезахисні засоби, заміна вогнезахисних засобів, дослідження втрати маси.

STUDY OF THE INFLUENCE OF CHANGE OF FIRE PROTECTIVE AGENT ON REDUCTION OF FIRE PROTECTION EFFICIENCY OF WOODEN BUILDING STRUCTURES

Introduction. Heating stoves, which account for 80% of the total heat produced in rural areas, are widely used in single-storey buildings, both in the existing housing stock and in new construction. Fires that occur in residential buildings often lead to death and injury. Among the causes of fires violations of fire safety rules during the installation and operation of furnaces, heat-generating units and installations are 29.2%.

The article aims to research fire safety at the device of furnaces and chimneys in buildings with combustible constructions.

Methods. Some methods were used in the work, in particular, statistical, system, comparative, as well as the method of mathematical modelling of the heat transfer process in a multilayer flat structure to determine the temperature of the outer surface depending on the thickness and material of the chimney.

Results. The article analyses the fire hazard of furnace heating, which consists in the presence of high temperatures on the surface of the furnace elements (walls, pipes, pipes), which can be a source of ignition of combustible materials and combustible structures of buildings. The temperature on the surface of the elements of non-heat-burning furnaces depends on the type of fuel burned, the mode of the furnace fuel and can exceed 600 °C. The temperature in the fuel of heat-intensive furnaces can be over 1000 °C, and in the flue near the floor - 500 °C. The degree of heating of the side surfaces and the floor of the furnace, as well as the flues, depends on the thickness of the walls, the type and amount of fuel burned and the duration of combustion.

The temperature on the outer surface of the fire partition is calculated depending on the size and geometric shape of the chimney cross-section at a flue gas temperature up to 4500 C. This temperature is formed during the operation of boilers and furnaces in turbo mode. Researches were carried out for chimneys from various materials, in particular: from a ceramic brick of various thickness, from a ceramic brick and a layer of cement-sand plaster, from a ceramic brick and alteration from concrete, from a ceramic brick and alteration from mineral wool, from heat-resistant concrete and alteration from mineral cotton wool, steel.

Conclusion. To prevent a fire in the chimneys, it is necessary to regularly inspect the heater and chimney, to make the correct selection of the power of the heater. Based on the above analytical dependences, the optimal thickness of the fire-fighting partition around the chimney was determined, it was found that this thickness is significantly affected by the thermal properties of building materials from which the chimney and partition are made. It is shown how with the help of mathematical modelling of the heat exchange process, if necessary, you can set the temperature on the surface of the chimney of any building material. It is established that chimneys that have the shape of a cylinder are heated less than rectangular ones.

Keywords: fire-fighting alteration, stationary heat exchange, chimneys, furnaces, heat-insulating materials

Вступ. Деревина – один з найдавніших будівельних матеріалів. Екологічність, зручність монтажу та обробки, висока несуча здатність при невеликій масі, низька теплопровідність роблять деревину актуальною в будівництві і сьогодні [1].

В Америці та Європі дерев'яні будинки не втрачають провідних позицій в житловому будівництві і дозволяють заощадити до 15% бюджету будівництва (у порівнянні із іншими будівельними матеріалами) [2].

Основні вимоги до проектування дерев'яних конструкцій будівель і споруд визначено у [3].

З дерева зводяться покриття, перекриття, стіни та перегородки будівель, дерев'яні конструкції міцні, надійні і можуть служити багато десятиліть. Найбільш раціональні і поширені в будівництві такі види дерев'яних конструкцій та елементів: настил, підшивка,

обшивка; панелі настилу або обшивки з дощатого каркасу, обклеєного водостійкою фанерою; цілісні балки; ферми з цільних або клеєних стрижнів; похилі крокви з балок, стійок і підкосів; підкісні системи зі стійок і ригелів тощо.

Крім того, продукти горіння деревини не токсичні, не плавляться і не розтріскуються, а сама деревина є повністю відновлювальним матеріалом, та легко утилізується [4].

Разом з тим при суттєвих перевагах деревина має і недоліки, основним з яких є горючість. Вже при досягненні температури 250...260 °C з деревини починає виділятися велика кількість окису вуглецю та метану і відбувається займання [5].

Однією з основних вимог до будівель і споруд є збереження несучої здатності будівельних конструкцій під час пожежі [6, 7]. Збереження

несучої здатності будівельних конструкцій (в тому числі і дерев'яних) досягається завдяки вогнезахисту. Вогнезахист – це зниження показників пожежної небезпечності матеріалу (тканина, папір, очерет, облицювальні та оздоблювальні будівельні матеріали, сценічні декорації) або підвищення вогнестійкості конструкції (несучі та огорожувальні будівельні конструкції будинків і споруд) чи виробу (повітроводи, проходки, електричні кабелі) [8].

Вогнезахист деревини здійснюється з метою підвищення температури займання та/чи групи горючості, зменшення виділення продуктів горіння тощо.

Вогнезахист виробів з деревини може забезпечуватись конструкційними рішеннями, до яких належать облицювання теплоізоляційними матеріалами, улаштування протипожежних перешкод, а також обробкою з застосуванням спеціальних вогнезахисних засобів (просочень, покриттів, фарб, лаків тощо). Розрізняють поверхневе і глибоке просочування деревини вогнезахисними засобами (антипіренами). Глибоке просочування здійснюють на спеціальному обладнанні під тиском. Поверхневе просочування (як і застосування фарб, лаків) утворює на поверхні деревини захисний шар, що перешкоджає виникненню та поширенню пожежі. Механізм вогнезахисту деревини обумовлений поєднанням різних фізико-хімічних процесів зниження швидкості прогріву (покриття, що случуються) та зміною механізму термодеструкції із збільшенням виходу коксового залишку та зменшенням виходу горючих газів, а також інгібування горіння конденсованої та газової фази (антипірени).

Поверхневе вогнезахисне просочування залишається одним з найефективніших методів захисту дерев'яних конструкцій від впливу вогню. Застосування цього методу зниження показників пожежної небезпечності деревини переважно зумовлене балансом високої ефективності та економічної доступності вогнезахисних засобів, а також можливістю безпосереднього контролю з боку представників територіальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій за якістю виконаних робіт з вогнезахисного просочування, що регламентовано [8,9]

Постановка задачі. Згідно з аналітичними даними [10,11] спостерігається тенденція до залучення представників територіальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) до комісій з перевірок вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій (рис.1).

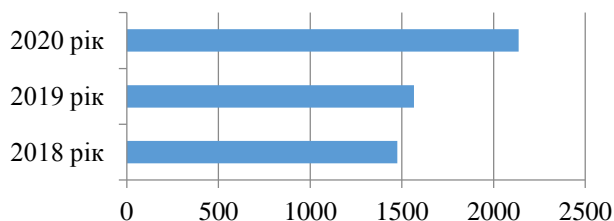


Рисунок 1 – Кількість залучень представників територіальних підрозділів ДСНС до комісій з перевірок якості виконання робіт з вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій

Така тенденція свідчить, про збільшення кількості виконаних робіт з вогнезахисту, а також про зацікавлення замовників вогнезахисного просочування у якісному виконанні робіт, що у свою чергу забезпечує ефективну пожежну безпеку об'єкта. Можливість участі представників територіальних підрозділів ДСНС у процесі перевірок вогнезахисту не лише забезпечує контроль за якісним виконанням робіт з вогнезахисного просочування, а й надає можливість виявити та проаналізувати існуючі проблеми у цій сфері.

Мета роботи полягає у дослідженні вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій при зміні вогнезахисного розчину.

З метою більш конкретного висвітлення проблем, які виникають при проведенні вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій, було проаналізовано стан сфери вогнезахисного просочування на прикладі Хмельницької області.

Результати досліджень. Відтак, впродовж 2019-2020 років представники дослідно-випробувальної лабораторії Аварійно-рятувального загону спеціального призначення Головного управління ДСНС України у Хмельницькій області залучались до складу комісії щодо перевірки виконаних робіт з вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій (рис 2).

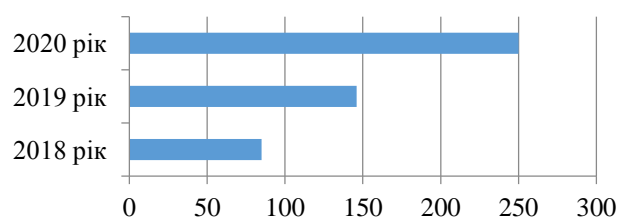


Рисунок 2 – Кількість залучень представників дослідно-випробувальної лабораторії Аварійно-рятувального загону спеціального призначення Головного управління ДСНС України у Хмельницькій області до комісій з перевірок якості виконання робіт з вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій

За результатами участі у роботі комісій конструкцій використовувались: ДСА-1, ДСА-2, Біофлейм, Фаєр-off, Ecossept 450-1, та Агруспрофі.

Таблиця 1

Характеристика вогнезахисних розчинів ДСА-1, ДСА-2, Біофлейм, Фаєр-off, Ecossept 450-1, та Агруспрофі

№ з/п	Найменування вогнезахисного засобу	Виробник (постачальник) продукції	Технологія нанесення	Витрати вогнезахисного засобу	Група вогнезахисної ефективності	Прогнозований термін вогнезахисту, років
1	ДСА-1	ТОВ "Вогнебіозахист" (Київ)	Щіткою, валиком, пневморозпилювачем	548,8 г/м ²	1	3
2	ДСА-2	ТОВ "Вогнебіозахист" (Київ)	Щіткою, валиком, пневморозпилювачем	560,8 г/м ²	1	10
3	Біофлейм	ТОВ "Торговий дім "Екотех"" (Тернопіль)	Щіткою, валиком, пневморозпилювачем	300 г/м ²	1	3
4	Фаєр-off	ТОВ "Білдінг Проект" (Тернопіль)	Щіткою, валиком, пневморозпилювачем	320 г/м ²	1	3
5	Агруспрофі	ТОВ "Агруспрофі" (Київ)	Щіткою, валиком, пневморозпилювачем	250 г/м ²	1	3
6	Екосепт 450-1	ТОВ "УКРХИМ ЛТД" (Калинівка)	Щіткою, валиком, пневморозпилювачем	300 г/м ²	1	7

Після проведення перевірок, що ґрунтуються на застосуванні методів контролю, передбачених регламентами на конкретний вогнезахисний засіб та ГОСТ 30219-95 [12], комісія у 33 випадках прийняла рішення, що дерев'яні конструкції не відповідають заявленій групі вогнезахисної ефективності, що становить 6,72% від загальної кількості проведених перевірок.

Кожен факт повторного виконання робіт з вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій тягне за собою суттєві фінансові витрати (усереднена вартість оброблення 1 м² деревини становить 35 грн), втрату часу на виконання термінів усунення пунктів припису (якщо захід передбачено приписом про усунення недоліків з зазначенням конкретних термінів) та знижує рівень пожежної безпеки об'єкта.

Аналіз статистичних даних створює підґрунтя для більш глибокого аналізу проблеми неякісного вогнезахисного просочування, встановлення

об'єктивних причин, які спричинили негативні результати методів контролю, та дає можливість виділити цю проблематику в окремий напрямок для подальших досліджень.

В результаті аналізу останніх літературних джерел і публікацій [13-20] було виявлено, що проблематику причин неякісного виконання вогнезахисту в Україні об'єктивно не було досліджено.

З метою вивчення та подальшого дослідження причин і обставин, що спричиняють зниження ефективності вогнезахисних розчинів, проведено аналітичне дослідження фактів негативного висновку комісій з перевірки відповідності вогнезахисту у Хмельницькій області впродовж 2018-2020 років з встановленням вогнезахисних розчинів, що застосовувались для поверхневого просочування та тих, які застосовувались попередньо. Дані узагальнено у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати аналітичного дослідження застосування вогнезахисних засобів для просочування дерев'яних будівельних конструкцій об'єктів, розташованих у Хмельницькій області, впродовж 2018-2020 років, які отримали негативні висновки комісій з перевірки якості вогнезахисту

2018 рік			
Кількість фактів негативних висновків	Кількість негативних висновків в розрізі конкретного вогнезахисного засобу	Розчин, що застосовувався в поточному році	Розчин, що застосовувався в попередні роки
3	2	Ecossept 450-1	ДСА-1
	1	ДСА-1	Не відомо

2019 рік			
27	1	ДСА-1	Еcossept 450-1
	4	Агруспрофі	ДСА-1
	22	Еcossept 450-1	ДСА-1
2020 рік			
3	2	Біофлейм	ДСА-1
	1	ДСА-1	Еcossept 450-1

* Примітка: в таблиці не враховані випадки негативних висновків, отриманих за результатами перевірки вогнезахисту на об'єктах, де застосовувались вогнезахисні фарби для деревини.

Результати проведеного аналітичного дослідження показали, що у більшості до 2018 року основним вогнезахисним засобом, який використовували ліцензійні організації для поверхневого просочування дерев'яних конструкцій об'єктів, розташованих на території Хмельницької області, був засіб ДСА-1 та Еcossept 450-1. З 2018 року паралельно з Еcossept 450-1 та ДСА-1 значна частина просочування почала проводитись з використанням розчинів Біофлейм та Агруспрофі.

Оцінка якості вогнезахисної обробки таких матеріалів здійснювалась експрес-методом, згідно з [12].

У 2018 році в результаті проведених перевірок було виявлено, що результати експрес методу, згідно з [12], були негативними у 3 випадках, що становить 3,53 % від загальної кількості проведених перевірок. В 2 випадках попереднім розчином, що забезпечував вогнезахист, був розчин ДСА-1, а в якості нового вогнезахисного розчину було застосовано розчин Еcossept 450-1. Один випадок залишається без розгляду, оскільки невідомо який розчин який було застосовано в попередні роки.

У 2019 році – 27 негативних результатів експрес-методу, що становить 18,49 % від загальної кількості проведених перевірок. В 22 випадках попереднім розчином, що забезпечував вогнезахист, був розчин ДСА-1, поверх якого проводився вогнезахист розчином Еcossept 450-1.

У 2020 році – 3 випадки, що становить 1,15 % від загальної кількості проведених перевірок. В 2 випадках попереднім розчином, що забезпечував вогнезахист, був розчин ДСА-1 та 1 раз – Еcossept 450-1. В якості нового вогнезахисного розчину було 2 рази застосовано розчин Біофлейм та 1 раз – ДСА-1 відповідно.

Результатами аналітичних досліджень показують, що у всіх випадках негативні висновки були сформовані після зміни вогнезахисного засобу. Таким чином, для вивчення залишається відкритим питання ефективності вогнезахисних розчинів при їх взаємозаміні.

Для проведення перевірки закономірності, виявленої шляхом аналітичного дослідження, було проведено експериментальне дослідження в атестованій дослідно-випробувальній лабораторії Аварійно-рятувального загону спеціального призначення ГУ ДСНС України у Хмельницькій області.

Метою проведення експерименту було дослідження впливу вогнезахисного розчину на групу вогнезахисної ефективності оброблених дерев'яних будівельних конструкцій іншим вогнезахисним розчином.

Для цього було підготовлено та проведено поверхневе просочування вогнезахисним розчином ДСА-1 12 зразків соснових брусків розмірами 150×60×30 мм. Три зразки залишили обробленими лише розчином ДСА-1 (зразок №1). Інші 9 зразків через 1 місяць після поверхневого просочування вогнезахисним розчином ДСА-1 було просочено розчинами Біофлейм (зразок №2), Еcossept 450-1 (зразок №3) та Фаєр-off (зразок №4) по три зразки кожного відповідно (рис 3).



Рисунок 3 – Зовнішній вигляд зразків до випробувань. Зразки піддавались поверхневому пророченню вогнезахисними розчинами: ДСА-1 (зразок №1), ДСА-1 + Біофлейм (зразок №2), ДСА-1 + Еcossept 450-1 (зразок №3), ДСА-1 + Фаєр-off (зразок №4)

Процес проведення експерименту описано в ГОСТ 16363-98 [9], з використанням установки для

визначення вогнезахисної ефективності покриттів та просочень (рис.4).



Рисунок 4 – Зовнішній вигляд установки для визначення вогнезахисної ефективності покриттів та просочень: 1 – ПВІ-111АК Перетворювач вимірювальний інтелектуальний з блоком комутації та носієм інформації micro SD; 2 – металева підставка; 3 – газовий пальник; 4 – пристрій для регулювання подачі газу; 5 – керамічний короб; 6 – тримач зразка, що випробовується; 7 – зонт з термопарою

Усереднені результати експериментальних досліджень наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Усереднені результати експериментальних досліджень

№ з/п	Назва розчину яким оброблені зразки	Маса зразка до випробувань, г	Маса зразка після випробувань, г	Відсоток втрати маси, %	Група вогнезахисту
1	ДСА-1	174	159	8,62	I
2	ДСА-1 +Біофлейм	186	174,28	6,3	I
3	ДСА-1+ Ecosept 450-1	177	111,51	37	Не забезпечує вогнезахист
4	ДСА-1+ Фаєр-off	188	142,88	24	II



Рисунок 5 – Зразки після випробувань, що піддавались поверхневому просочуванню вогнезахисними розчинами: ДСА-1 (зразок №1), ДСА-1 + Біофлейм (зразок №2), ДСА-1 + Ecossept 450-1 (зразок №3), ДСА-1 + Фаєр-off (зразок №4)

Після проведення експерименту, на підставі втрати маси зразків деревини, що піддавались поверхневому пророченню вогнезахисними розчинами, встановлені для зразка №1 (ДСА-1) втрата маси становила 8,62%, забезпечена I-ша група вогнезахисної ефективності; для зразка №2 (ДСА-1 + Біофлейм) втрата маси – 6,3 %, забезпечена I-ша група вогнезахисної ефективності; для зразка №3 (ДСА-1 + Ecossept 450-1) втрата маси – 37%, вогнезахист не забезпечений; для зразка №4 (ДСА-1 + Фаєр-off) втрата маси – 24 %, забезпечена II-га група вогнезахисної ефективності.

Більше того, під час проведення експериментальних випробувань зафіксовано підтримання самостійного горіння зразка №3 (ДСА-1 + Ecossept 450-1) понад 5 хв., після припинення подачі газу до пальника.

Висновки

1. Результати аналізу статистичних даних свідчать про збільшення кількості виконаних робіт з вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій, а також про зацікавлення замовників вогнезахисного просочування у належному вогнезахисті, що забезпечує пожежну безпеку об'єкту.

2. Виявлено залежність між неналежним вогнезахистом дерев'яних будівельних конструкцій, при поверхневому просочуванні, та зміні вогнезахисного розчину.

3. На підставі лабораторного експериментального дослідження із визначення групи вогнезахисту дерев'яних конструкцій, які піддавались поверхневому пророченню вогнезахисним розчинами, встановлено, для зразку №1 (ДСА-1), забезпечена I-ша група вогнезахисної

ефективності; для зразку №2 (ДСА-1 + Біофлейм), забезпечена I-ша група вогнезахисної ефективності; для зразку №3 (ДСА-1 + Ecossept 450-1), вогнезахист не забезпечений (втрата маси 37%); для зразку №4 (ДСА-1 + Фаєр-off), забезпечена II-га група вогнезахисної ефективності (втрата маси склала 24 %). Тому вогнезахисний розчин Фаєр-off забезпечує II-гу група вогнезахисної ефективності (задекларована I-ша група), а Ecossept 450-1 – не забезпечує вогнезахисної ефективності (задекларована I-ша група), за умови коли дерев'яні конструкції попередньо були піддані поверхневому просочуванню вогнезахисним розчином ДСА-1.

4. Подальші дослідження доцільно направити на врахування ширшого спектру чинників, які впливають на зниження вогнезахисту дерев'яних конструкцій, а також розроблення на цій основі нормативно-правових актів, які б зобов'язували ліцензіатів враховувати попередній вогнезахисний розчин, яким оброблені дерев'яні конструкції, з метою забезпечення задекларованої групи вогнезахисту новим вогнезахисним розчином.

Список літератури:

1. De Araujo, V., Cortez-Barbosa, J., Gava, M., Garcia, J., Souza, A., Savi, A., Morales, E., Molina, J., Vasconcelos, J., Christoforo, A., & Lahr, F. (2016). Classification of Wooden Housing Building Systems. *BioResources*, 11(3), 7889-7901. Retrieved from https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_11_3_Review_DeAraujo_Classification_Wooden_Housing_Systems/4688
2. С.В. Жартовський. Розвиток наукових основ протипожежного захисту об'єктів з пожежним навантаженням із целюлозовмісних матеріалів водними вогнебіозахисними речовинами: Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека». – Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, Черкаси, 2020, 340 с.
3. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2018-02-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України. Київ, 2017. 43 с.
4. Сурмай М. І. Міцність та деформативність дощатоклеєних балок армованих склопластиковою та базальтовою арматурою : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.23.01; Львів, 2016. 20 с.
5. Шналь Т. М. Вогнестійкість та вогнезахист дерев'яних конструкцій. – Львів: Вид. НУ "Львівська політехніка", 2006. 214 с.
6. Про затвердження Технічного регламенту будівельних виробів, будинків і споруд : Постанова Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 року №

1764. Офіційний вісник України. 2006. № 51, ст. 3415.

7. ДБН В.1.2-7-2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека». [Чинний від 2008-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України. Київ, 2008. 30 с.

8. Про затвердження Правил з вогнезахисту: наказ Міністерства внутрішніх справ України від 26 грудня 2018 р. № 1064. Офіційний вісник України. 2019 р. №26, ст. 2214

9. ГОСТ 16363-98 Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей. [Чинний від 2000-09-01]. Вид. офіц. Міждержавний стандарт, 2000. 7 с.

10. Огляд діяльності дослідно-випробувальних лабораторій ГУ (У) ДСНС в областях і місті Києві у 2019 році: огляд, Київ: УкрНДІЦЗ, 46 с.

11. Огляд діяльності дослідно-випробувальних лабораторій ГУ (У) ДСНС в областях і місті Києві у 2020 році: огляд, Київ: ІДУ НД ЦЗ, 40 с.

12. ГОСТ 30219-95. ОСТ 30219-95. Древесина огнезащитная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение. [Чинний від 1998-01-01]. Вид. офіц. Міждержавний стандарт, 1996. 12 с.

13. Чернуха А. А., Безуглов О. Є., Вачков І. Ю. Ефективність вогнезахисного просочувального засобу ДСА для деревини дубу [Електронний ресурс] / Проблеми пожежної безпеки: зб. наук. пр. Х., 2017. Вип. 42. С. 170–175. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6204>.

14. Чернуха А. А. Экспериментальное исследование температуропроводности вспучивающихся огнезащитных покрытий для древесины. Проблемы пожарной безопасности : сб. науч. тр. Х., 2011. Вып. 30. С. 263–267.

15. Чернуха А. А. Огнезащита древесины с помощью гелеобразующих систем. Об'єднання теорії та практики – залог підвищення постійної готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням : матеріали VII науково-технічної конференції / Національний університет цивільного захисту України. Х., 2010. С. 227–229.

16. Захарченко П. В., Гавриш О. М., Карпенко О. О., Петухова О. М. Технологія та товарознавство систем сухого будівництва: вогнезахист будівельних конструкцій: навч. посіб. / КНУБА. Київ: «СПД Павленко», 2012. 392 с.

17. Жартовський С.В. Шляхи створення та використання просочувальних вогнебіозахисних засобів ДСА-1, ДСА-2 для деревини і фанери. Пожежна безпека: теорія і практика: Збірник

наукових праць. –Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2010. – №5. –С. 36–

18. Жартовський В.М., Жартовський С.В., Добростан О.В., Коваленко В.В., Шевєрєв Є.Ю. Вибір методу оцінювання якості вогнезахисного оброблення дерев'яних будівельних конструкцій. *Науковий вісник УкрНДІПБ*, 2012. №1(23). С.137 – 144.

19. Жартовський С.В., Соколенко К.І., Рихліцький Д.І. Композиційна просочувальна речовина для вогнебіозахисту деревини і тканин. *Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки*. – Київ: УкрНДІПБ, 2010. № 2 (22). С. 30–37.

20. Ніжник В.В., Жартовський В.М., Жартовський С.В., Гутнік О.П. Вогнебіозахист деревини та дерев'яних конструкцій куполів культових споруд. *Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки*, Київ: УкрНДІПБ, 2011. № 2 (24). С. 1 – 8. 11. ДБН В.1.1-7-200.

References:

1. De Araujo, V., Cortez-Barbosa, J., Gava, M., Garcia, J., Souza, A., Savi, A., Morales, E., Molina, J., Vasconcelos, J., Christoforo, A., & Lahr, F. (2016). Classification of Wooden Housing Building Systems. *BioResources*, 11(3), 7889-7901. Retrieved from https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_11_3_Review_DeAraujo_Classification_Wooden_Housing_Systems/4688

2. S.V. Zhartovskyi. Rozvytok naukovykh osnov protypozhezhnogo zakhystu ob'ektiv z pozhezhnym navantazhenniam iz tseliulozovmisnykh materialiv vodnymi vohnestozakhysnymy rehovynamy: Dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia doktora filosofii zaspetsialnistiu 261 «Pozhezhna bezpeka». – Cherkaskyi instytut pozhezhnoi bezpeky imeni Heroiv Chornobylia NUTsZ Ukrainy, Cherkasy, 2020, 340 s.

3. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2018-02-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України. Київ, 2017. 43 с.

4. Mitsnist ta deformatyvni doshchatokleienykh balok armovanykh skloplastykovoio ta bazaltovoio armaturoio : avtoref. dys. kand. tekhn. nauk : 05.23.01 / M. I. Surmai; Nats. un-t "Lviv. politekhnik". - Lviv, 2016. - 20 s.

5. Shnal T. M. Vohnestistik ta vohnestozakhyst derevianykh konstruktsii. – Lviv: Vyd. NU "Lvivska politekhnik", 2006. – 214 s.

6. Pro zatverdzhennia Tekhnichnoho rehlament budivelnykh vyrobiv, budynkiv i sporud : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 20.12.2006 roku № 1764. Ofitsiyni visnyk Ukrainy. 2006. № 51, st. 3415.

7. ДБН В.1.2-7-2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних

об'єктив. Основні вимоги до будівел і споруд. Позжежна безпека». [Chynnyi vid 2008-10-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Minrehion Ukrainy. Kyiv, 2008. 30 s.

8. Pro zatverdzhennia Pravyl z vohnezakhystu: nakaz Ministerstva vnutrishnikh sprav Ukrainy vid 26 hrudnia 2018 r. № 1064. Ofitsiyni visnyk Ukrainy. 2019 r. №26, st. 2214

9. HOST 16363-98 Zasoby vohnezakhysni dlia derevyny. Metody vyznachennia vohnezakhysnykh vlastyvosti. [Chynnyi vid 2000-09-01]. Vyd. ofits. Mizhderzhavnyi standart, 2000. 7 s.

10. Ohliad diialnosti doslidno-vyprobuvalnykh laboratorii HU (U) DSNS v oblastiakh i misti Kyievi u 2019 rotsi: ohliad, Kyiv: UkrNDITsZ, 46 s.

11. Ohliad diialnosti doslidno-vyprobuvalnykh laboratorii HU (U) DSNS v oblastiakh i misti Kyievi u 2020 rotsi: ohliad, Kyiv: IDU ND TsZ, 40 s.

12. HOST 30219-95. OST 30219-95. Drevesyna ohnezashchychennaia. Obschche tekhnicheskyye trebovaniia. Metody uspytani. Transportyrovanye y khraneny. [Chynnyi vid 1998-01-01]. Vyd. ofits. Mizhderzhavnyi standart, 1996. 12 s.

13. Chernukha A. A., Bezuhlov O. Ye., Vachkov I. Yu. Efektyvnist vohnezakhysnoho prosochuvalnoho zasobu DSA dlia derevyny dubu [Elektronnyi resurs] / Problemy pozhezhnoi bezpeky: zb. nauk. pr. Kh., 2017. Vyp. 42. S. 170–175. Rezhym dostupu: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6204>.

14. Chernukha A. A. Экспериментальное исследование температуропроводности вспучивающихся огнезащитных покрытий для древесины / A. A. Chernukha // Проблемы пожарной безопасности : сб. науч. тр. – Kh., 2011. – Вып. 30. – S. 263–267.

15. Chernukha A. A. Ohnezashchyta drevesyny s pomoshchiu heleobrazuiushchykh system / A. A.

Chernukha // Obiednannia teorii ta praktyky – zaloh pidvyshchennia postinoi hotovnosti operativno-riatuvalnykh pidrozdiliv do vykonannia dii za pryznachenniam : materialy VII naukovy-tekhnichnoi konferentsii / Natsionalnyi universytet tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. – Kh., 2010. – S. 227–229.

16. Zakharchenko P. V., Havrysh O. M., Karpenko O. O., Petukhova O. M. Tekhnolohiia ta tovaroznavstvo system sukhoho budivnytstva: vohnezakhyst budivnykh konstruksii: navch. posib. / KNUBA. Kyiv: «SPD Pavlenko», 2012. 392 s.

17. Zhartovskiy S.V. Shliakhy stvorennia ta vykorystannia prosochuvalnykh vohnebiozakhysnykh zasobiv DSA-1, DSA-2 dlia derevyny i fanery. Pozhezhna bezpeka: teoriia i praktyka: Zbirnyk naukovykh prats. –Cherkasy: APB im. Heroiv Chornobylia, 2010. – №5. –S. 36–

18. Zhartovskiy V.M., Zhartovskiy S.V., Dobrostan O.V., Kovalenko V.V., Sheveriev Ye.Iu. Vybir metodu otsiniuvannia yakosti vohnezakhysnoho obrobliannia derevianykh budivnykh konstruksii // Naukovyi visnyk UkrNDIPB. – 2012. – №1(23). – S.137 – 144.

19. Zhartovskiy S.V., Sokolenko K.I., Rykhlitskiy D.I. Kompozytsiina prosochuvalna rehovyna dlia vohnebiozakhystu derevyny i tkanyn // Naukovyi visnyk Ukrainskoho naukovy-doslidnoho instytutu pozhezhnoi bezpeky. – Kyiv: UkrNDIPB – 2010. № 2 (22). S. 30–37.

20. Nizhnyk V.V., Zhartovskiy V.M., Zhartovskiy S.V., Hutnik O.P. Vohnebiozakhyst derevyny ta derevianykh konstruksii kupoliv kultovykh sporud // Naukovyi visnyk Ukrainskoho naukovy-doslidnoho instytutu pozhezhnoi bezpeky. – Kyiv: UkrNDIPB – 2011. – № 2 (24). □ S. 1 – 8. 11. DBN V.1.1-7-200.

*** Науково-методична стаття.**

Надійшла до редакції 04.11.2021 р.