



ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ УКРАЇНСЬКОЮ,
АНГЛІЙСЬКОЮ ТА ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

ЛДУБЖД

№ 45, 2024

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*, д.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; **Вовк С.Я.**, к.т.н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Гащук П.М.**, д.т.н., проф., 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; **Смельяненко С.О.**, к.т.н., старший дослідник, 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; **Попович В.В.**, д.т.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., проф., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна; **Ренкас А.А.**, к.т.н., доц., Державна служба України з надзвичайних ситуацій, 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 Ріголдас**, PhD, доц., Вільнюський технічний університет ім. Гедіміна, Литва; **Ярош Войцех**, PhD, Головна школа пожежної служби, Варшава, Польща.



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

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

DOI: 10.32447/20786662.45.2024.00

ЗАСНОВНИКИ

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності (ЛДУБЖД)

Інститут державного управління та наукових
досліджень з цивільного захисту

ВИДАВЕЦЬ

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності (ЛДУБЖД)

ЗАРЕЄСТРОВАНО

Національною радою України з питань
телебачення та радіомовлення (рішення №292
від 08.02.2024, ідентифікатор медіа R30-02253)

**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» та ін.*

**Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ЛДУБЖД
(Протокол № 5 від 18.12.2024 р.)**

Літературний редактор

Чудеснова І.М.

Комп'ютерна верстка

Філатов А.О.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЛДУБЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007

Контактний телефон:

(099) 60 66 532

E-mail:

journal.firesafety@gmail.com

Збірник наукових праць «Пожежна безпека» видається з 2002 року. Запланована періодичність: 2 рази на рік. Тематична спрямованість: оригінальні та оглядові праці в галузі безпеки та оборони за спеціальністю Пожежна безпека.

Здано в набір 23.12.2024. Підписано до друку 26.12.2024.
Формат 60x84⁸. Ум. друк. арк. 10,46. Зам. № 0225/116. Наклад 150 прим.
Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний. Цифровий друк.
Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

ЗМІСТ

**В. М. Баланюк, В. С. Мирошкін,
Н. І. Гузар, В. С. Пікус, О. І. Гірський**
ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ШВИДКІСТЬ
ГОРІННЯ СПОЛУК, ІЗ ЯКИХ
УТВОРЮЮТЬСЯ ВОГНЕГАСНІ
АЕРОЗОЛІ

5

**В. В. Ковалишин, Н. Р. Великий,
Вол. В. Ковалишин, А. С. Лин,
П. В. Пастухов, А. Є. Великий**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ
КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ
ПРИ ПОДАВАННІ «ПІДШАРОВИМ»
СПОСОБОМ

10

А. Ф. Гаврилюк, М. О. Гайдук
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ
ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬНИХ
КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ЗАМІНІ
ВОГНЕЗАХИСНОГО ЗАСОБУ

18

**Л. Ф. Дзюба, О. В. Лазаренко,
О. Ю. Пазен, П. В. Пастухов**
ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ЗАГОРЯННЯ
ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

29

**А. М. Домінік, Ю. М. Нагірняк,
Д. В. Фреюк**
АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ
НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ
ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ ВІД
ОСЕРЕДКУ ПОЖЕЖІ НА
НАВКОЛИШНІ ОБ'ЄКТИ

39

**А. П. Кушнір, Б. Л. Копчак,
В. М. Оксентюк, С. Я. Вовк**
СИНТЕЗ ДВОМАСОВОЇ
СИСТЕМИ ПІДПОРЯДКОВАНОГО
РЕГУЛЮВАННЯ ПОВОРОТОМ
РОБОЧОЇ ПЛАТФОРМИ
ПОЖЕЖНОГО АВТОПІДІЙМАЧА
НА ОСНОВІ
ДРОБОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ

46

**В. І. Лушч, Є. В. Кобко, Я. Б. Великий,
Б. А. Романик**
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ
У МАНСАРДНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

55

CONTENTS

**V. M. Balanyuk, V. S. Myroshkin,
N. I. Huzar, V.S. Pykus, O. I. Girskyi**
FACTORS INFLUENCING THE
BURNING RATE OF COMPOUNDS
FROM WHICH FIRE EXTINGUISHING
AEROSOLS ARE FORMED

**V. V. Kovalyshyn, N. R. Velykyi,
Vol. V. Kovalyshyn, A. S. Lyn,
P. V. Pastukhov, A. Ye. Velykyi**
RESEARCH OF THE INTENSITY AND
MULTIPLICITY OF COMPRESSION
FOAM WHEN SUPPLIED
IN A "SUB-LAYER" WAY

A. F. Havryliuk, M. O. Haiduk
EXPERIMENTAL STUDY OF
FIRE PROTECTION EFFICIENCY
INDICATORS OF WOODEN BUILDING
STRUCTURES WHEN REPLACING
FIRE RETARDANT

**L. F. Dzyuba, O. V. Lazarenko,
O. Yu. Pazen, P. V. Pastukhov**
ASSESSMENT OF THE FIRE RISKS OF
ELECTRIC VEHICLES

**A. M. Dominik, Yu. M. Nahirniak,
D. V. Freiuk**
ANALYSIS OF RESEARCH ON THE
NEGATIVE INFLUENCE OF HEAT
FLOW FROM THE FIRE CENTER
ON THE SURROUNDING OBJECTS

**A. P. Kushnir, B. L. Kopchak,
V. M. Oksentiuk, S. Ya. Vovk**
SYNTHESIS OF A TWO-MASS
SYSTEM OF SUBORDINATE
REGULATION
OF THE FIRE LIFT WORKING
PLATFORM BY ROTATION
BASED ON FRACTIONAL
CONTROLLERS

**V. I. Lushch, Ye. V. Kobko,
Ya. B. Velykyi, B. A. Romanyk**
WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY
OF EXTINGUISHING FIRES
IN ATTIC ROOMS

ЗМІСТ

***П. В. Пастухов, О. І. Лавренюк,
Б. М. Михалічко***
ВПЛИВ МЕТАЛООРГАНІЧНИХ
КОМПЛЕКСІВ НА ГОРЮЧИСТЬ
І ДИМОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ
ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ НА
ОСНОВІ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ

Д. В. Середя, Я. В. Балло
УДОСКОНАЛЕННЯ
РОЗРАХУНКОВОГО МЕТОДУ
ВИЗНАЧЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ
ВІДСТАНЕЙ ДЛЯ ВІТРОВИХ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

***О. С. Черненко, В. В. Калінчак,
М. О. Іванов, О. К. Копійка***
ОЦІНЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ
ЗАЙМАННЯ БІНАРНИХ РОЗЧИНІВ

CONTENTS

64

***P. V. Pastuhov, O. I. Lavrenyuk,
B. M. Mykhalichko***
INFLUENCE OF ORGANOMETALLIC
COMPLEXES ON THE
COMBUSTIBILITY AND
SMOKE-FORMING ABILITY
OF POLYMERIC MATERIALS BASED
ON EPOXY RESINS

71

D. V. Sereda, Ya. V. Ballo
IMPROVEMENT OF THE
CALCULATION METHOD FOR
DETERMINING FIRE DISTANCES FOR
WIND POWER PLANTS

81

***O. S. Chernenko, V. V. Kalinchak,
M. O. Ivanov, O. K. Kopyka***
DETERMINATION OF FIRE POINT
BINARY LIQUID SOLUTION



DOI <https://doi.org/10.32447/20786662.45.2024.07>

В. І. Луш, Є. В. Кобко, Я. Б. Великий, Б. А. Романик
*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
м. Львів, Україна*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5931-3181> – В. І. Луш
<https://orcid.org/0000-0002-3121-0823> – Є. В. Кобко
<https://orcid.org/0009-0002-3241-5211> – Я. Б. Великий
<https://orcid.org/0000-0001-5586-8630> – Б. А. Романик
✉ yaremavelikiy@gmail.com

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У МАНСАРДНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Унаслідок сучасних тенденцій у будівництві ми можемо спостерігати зростання кількості житлових будинків без повноцінних поверхів, які обладнані мансардами. Мансарди можуть мати різні розміри й дизайн, починаючи від невеликих куточків під дахом до великих, просторих кімнат. Вони бувають оснащені вікнами або люками для освітлення і провітрювання, а також мати різні системи опалення й кондиціонування повітря залежно від місцевих умов і призначення приміщення. Пожежі в мансардних приміщеннях можуть бути особливо небезпечними через обмежений доступ і складні умови для гасіння. Такі пожежі часто важко помітити, вогонь може швидко поширюватися через дерев'яні конструкції даху й інші горючі матеріали, які можуть бути в мансарді. Таким чином, конструктивні особливості будівель із мансардними приміщеннями вимагають нових підходів і тактики дій для ефективного гасіння пожеж, які можуть виникати в них.

Мета роботи полягає у визначенні способів підвищення ефективності гасіння пожеж у мансардних приміщеннях житлових будівель.

Для досягнення поставленої мети здійснено аналіз вітчизняних і міжнародних джерел, що визначають порядок гасіння пожеж у мансардних приміщеннях, також розглянуто необхідне пожежно-технічне обладнання, методи гасіння пожеж у будівлях із мансардними приміщеннями.

У результаті проведеної роботи встановлено, що вітчизняні керівні документи й наукові роботи, які регламентують необхідність і порядок проведення гасіння пожеж у житловому секторі, неповною мірою (поверхово) розкривають суть проведення гасіння пожеж у будівлях із мансардними приміщеннями. На основі проведеного аналізу методів гасіння пожеж у таких приміщеннях, а також видів і шляхів газообміну під час пожежі в огороженні визначено один із альтернативних способів гасіння стволами-пробійниками, які забезпечують ефективну локалізацію та ліквідацію пожежі в мансардних приміщеннях.

У статті проаналізовано вітчизняні й закордонні джерела, що регламентують порядок організації гасіння пожеж у мансардних приміщеннях у житловому секторі, проведено аналіз необхідного пожежно-технічного обладнання та способів гасіння пожеж мансардних приміщень. Розроблено методику, яка б регламентувала порядок гасіння мансардних приміщень за найскладніших умов, запропоновано графічне позначення ствола-пробійника з насадками для гасіння й захисту.

Ключові слова: житловий сектор, мансардні приміщення, ланка газодимозахисної служби, газообмін, ствол пробійник.

V. I. Lushch, Ye. V. Kobko, Ya. B. Velykyi, B. A. Romanyk
Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF EXTINGUISHING FIRES IN ATTIC ROOMS

Due to current trends in construction, we can observe an increase in the number of residential buildings without full floors, which are equipped with attics. Attics can have different sizes and designs, ranging from small corners under the roof to large, spacious rooms. They are equipped with windows or hatches for lighting

and ventilation, as well as have different heating and air conditioning systems, depending on local conditions and the purpose of the room. Fires in attic rooms can be especially dangerous due to limited access and difficult conditions for extinguishing. Such fires are often difficult to spot, and fire can spread rapidly through wooden roof structures and other combustible materials that may be in the attic. Thus, the design features of buildings with attic rooms require new approaches and tactics to effectively extinguish fires that may occur in them.

To achieve this goal, an analysis of domestic and international sources was carried out, determining the procedure for extinguishing fires in attic rooms. The necessary fire-technical and rescue equipment, and methods of extinguishing fires in buildings with attic rooms were also considered.

To achieve this goal, an analysis of domestic and international sources was carried out, determining the procedure for extinguishing fires in attic rooms. The necessary fire-technical and rescue equipment, and methods of extinguishing fires in buildings with attic rooms were also considered.

As a result of the work carried out, it is established that domestic governing documents and scientific works regulating the need and procedure for extinguishing fires in the residential sector do not fully (superficially) reveal the essence of extinguishing fires in buildings with attic rooms. On the basis of the carried out analysis of methods of extinguishing fires in such premises, as well as types and ways of gas exchange during a fire in the fence, one of the alternative methods of extinguishing trunks with punches was determined, which provide effective containment and elimination of fire in attic rooms.

The article analyzes domestic and foreign sources regulating the procedure for organizing fire extinguishing in attic rooms in the residential sector, analyzes the necessary fire-technical, rescue equipment and methods of extinguishing fires in attic rooms. A methodology has been developed that would regulate the procedure for extinguishing attic rooms under the most difficult conditions, a graphical designation of the punch barrel with nozzles for extinguishing and protection has been proposed.

Key words: residential sector, attic rooms, gas and smoke protection service link, gas exchange, punch barrel.

Постановка проблеми. Згідно зі статистичними даними, за останні 10 років в Україні відбувалося понад 200 пожеж щодня, значна кількість випадків гасіння яких пов'язана з небезпечним впливом на особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів небезпечних продуктів горіння. Зокрема, дія високих температур і продуктів згорання (диму) значно ускладнюють проведення аварійно-рятувальних робіт і пожежогасіння. Статистичні дані про їх кількість виникнення й ліквідацію за 2019–2023 роки наведено на рисунку 1, щорічно в будівлях і спорудах виникає 40% пожеж від загальної їх щорічної кількості [1].

Ліквідація пожеж у приміщеннях горищного типу, які конструктивно наближені до мансардних приміщень, може бути складним завданням для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів через низку умов, які ускладнюють обстановку під час проведення оперативних дій, а саме: наявність людей, яким загрожують небезпечні фактори пожежі; швидке поширення пожежі на кривлю й нижче розташовані поверхи, щільне задимлення коридорів і сходових кліток; приховане поширення вогню в порожнинах будівельних конструкцій, вентиляційних каналах і шахтах; у разі обмеженої кількості дверних

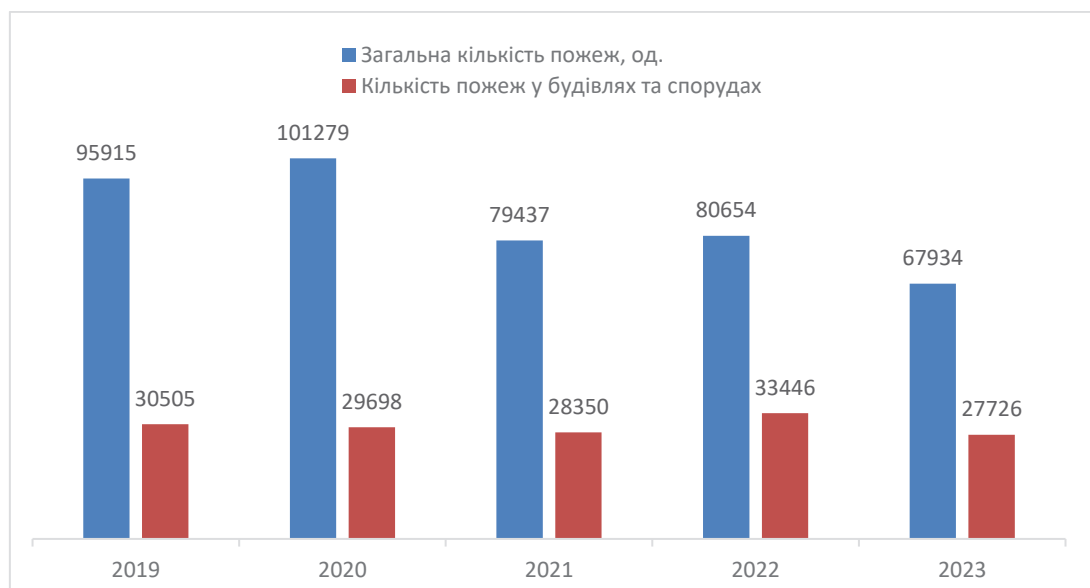


Рис. 1. Статистичні дані про кількість пожеж в Україні за 2019–2023 роки

і віконних прорізів можливе підвищення температури до небезпечного для людей рівня в приміщеннях, де знаходиться зона горіння й у поруч розташованих приміщеннях; наявність великого горючого навантаження; поверхневе горіння матеріалів і речовин; швидке поширення вогню й диму через значну кількість дверей, вікон, побутових і технологічних прорізів, комунікацій, балконів тощо; утрата цілісності й несучої здатності будівельних конструкцій, їхнє обвалення та поширення вогню; наявність матеріалів, під час горіння яких виділяються небезпечні хімічні речовини; наявність електромереж, електроприладів та обладнання під напругою з пошкодженою електроізоляцією [2].

Такі умови вимагають від особового складу пожежно-рятувальних підрозділів не лише гасіння та проведення аварійно-рятувальних робіт, а й урахування ризиків для власної безпеки при виконанні завдань за призначенням. Додатково важливо відзначити, що сучасні керівні документи неповною мірою (поверхово) розкривають суть проведення гасіння пожеж у мансардних приміщеннях житлових будівель [2; 3], що ускладнює роботу пожежно-рятувальним підрозділам і керівникам гасіння пожеж в організації швидкого й безпечного гасіння пожеж у приміщеннях такого типу.

Основні керівні документи, які б могли допомогти з вирішенням цієї проблеми, регламентують лише гасіння приміщень горищного типу за принципом проведення розвідки із зовнішнього та внутрішнього боків і після того стволу для гасіння вводити сходовими клітками через двері, що ведуть на горище [2]. Також основним завданням є організація та створення протипожежних розривів у покритті в разі швидкого поширення вогню, за вихідні рубежі варто використовувати вогнестійкі зони та протипожежні стіни, зосереджуючи в цих місцях необхідну кількість сил і засобів, проте це також неповністю вирішує суть цієї проблематики, так як є необхідність залучати велику кількість особового складу пожежно-рятувальних підрозділів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

На підставі аналізу вітчизняних керівних документів і наукових робіт, які регламентують необхідність і порядок проведення гасіння пожеж у житловому секторі, можемо констатувати, що вони неповною мірою (поверхово) розкривають суть проведення гасіння. Невчасно й неправильно організоване гасіння пожеж у житловому секторі призводить до значного збільшення часу ліквідації пожежі, наражає на небезпеку потерпілих під час проведення евакуаційних заходів, ускладнює

ведення оперативних дій у непридатному для дихання середовищі ланками ГДЗС [2; 3; 4].

Згідно з аналізом закордонних публікацій, застосування стволів-пробійників є однією з першочергових оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж мансардних приміщень у житловому секторі [5]. Цей підхід сприяє швидкому отриманню доступу до осередку загоряння, особливо в умовах обмеженого доступу через специфіку будівельних конструкцій. На основі цього аналізу можемо провести порівняння й узагальнення методів застосування стволів-пробійників у житловому секторі для ліквідації пожеж. Використання цих стволів охоплює різні сценарії їхнього використання для створення доступу до осередку пожежі через двері, дах чи стіни з метою оперативного гасіння й рятування людей. Аналізуючи цей підхід, ми можемо стверджувати, що цей метод може допомогти нам визначити оптимальне використання стволів-пробійників під час гасіння мансардних приміщень, що сприятиме розробленню кращих методик для ліквідації пожеж і підвищення безпеки в цих умовах.

Мета статті (постановка завдання). Метою роботи є вдосконалення гасіння пожеж мансардних приміщень у житловому секторі.

Для вирішення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати вітчизняні та закордонні джерела, що регламентують порядок організації гасіння пожеж у мансардних приміщеннях у житловому секторі.

2. Проведення аналізу необхідного пожежно-технічного обладнання та способів гасіння пожеж мансардних приміщень.

3. Розроблення методики, яка б регламентувала порядок гасіння мансардних приміщень.

Виклад основного матеріалу. У статті проаналізовано вітчизняні й закордонні джерела, що регламентують порядок організації гасіння пожеж у мансардних приміщеннях, проведено аналіз необхідного пожежно-технічного обладнання та способів гасіння пожеж у будівлях із мансардними приміщеннями.

Український житловий сектор налічує понад 180 тисяч багатоквартирних будинків і 6,5 мільйона приватних будинків. Згідно з працею [6], кількість поверхів у будинках, що розташовані на територіях садибної забудови, не дозволяє перевищувати трьох поверхів без урахування мансарди. При цьому мансардою називається будь-який поверх у горищному просторі, чия фасадна частина повністю або частково утворена нахиленими або складними покрівлями [7]. Мансардні

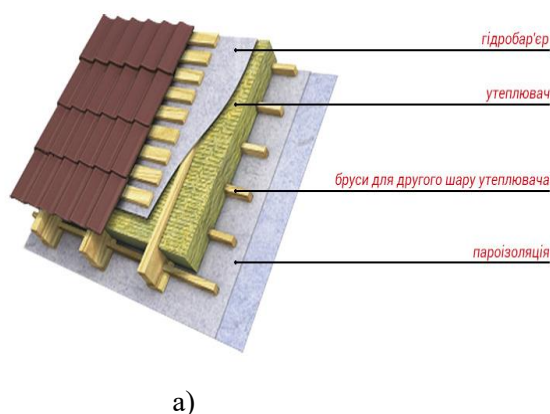
приміщення характеризуються своєрідною конструкцією та характерною поверховістю, тобто декілька повноцінних поверхів (переважно 1 або 2) та один неповноцінний поверх для оптимального використання простору під дахом. Основними елементами конструкції мансард є перекриття даху, теплоізоляційні матеріали й обробка приміщень. Перекриття даху мансарди може складатися з металевого листа, черепиці та подібних покрівельних матеріалів. Під покрівельним матеріалом розміщується шар теплоізоляційного матеріалу, який може бути виконаний із пінопласту, мінеральної вати або інших сучасних теплоізоляційних матеріалів. Теплоізоляція мансардних приміщень є важливою частиною з точки зору комфорту й енергоефективності будівлі. Основна мета теплоізоляції полягає в збереженні тепла в приміщенні в холодний період і у відведенні надмірної теплоти влітку, створюючи при цьому комфортні умови проживання або роботи. Залежно від регіону де розміщується мансардне приміщення, використовують різну товщину теплоізолювальних матеріалів (рисунк 2 а). Відповідно до чинних у нашій країні норм, виділяють дві температурні зони, до зони 1 зараховують основну частину областей України, а до зони 2 – південні приморські регіони й Закарпаття, на основі цього проводять розрахунок товщини теплоізолювальних матеріалів, які в подальшому будуть впливати на пожежогасіння [8]. Окрім цього, мансардні приміщення можуть мати специфічні конструкційні особливості, такі як нахил стін і стелі, що відповідають конструкції даху. Додатковою особливістю можуть бути великі вікна, які додають цьому простору світла (рисунк 2 б).

Потрапляння одного з небезпечних елементів продуктів горіння теплоізолювальних матеріалів в організм людини навіть у незначній

концентрації викликає отруєння. Коли гази, пари, альдегіди, смоли й дрібні частинки на пожежі змішані й розігріті, їх смертельний вплив на живий організм різко посилюється, тому потрібно розуміти, що при 0,15% концентрації СО в об'ємі житлового приміщення людина може отримати тяжке отруєння або взагалі загинути [9]. Через цей фактор основною небезпекою для життя та здоров'я людей є не лише можливість обвалу конструкцій під час евакуації з місця пожежі, а й токсичні речовини, що утворюються під час горіння.

Загальний процес розвитку пожежі в мансардних приміщеннях є досить дослідженим явищем, проте повністю передбачити всі можливі сценарії й наслідки її розвитку неможливо. Однак ми можемо зрозуміти загальне уявлення, як зазвичай прогресує пожежа в таких умовах. Дослідження закордонних публікацій дають змогу виділити основні етапи розвитку пожежі в мансардних приміщеннях житлового сектору, а саме в невеликих будинках [5]. Це може бути корисним для керівника гасіння пожежі (далі – КГП) при вивченні ситуації на місці або використанні спеціального обладнання для гасіння пожежі [3].

Кожна пожежа рухається в напрямку, з якого надходить повітря, особливо якщо це єдиний вентиляційний отвір. Якщо існує більше отворів, а один із них є вихідним отвором, то прямування нагрітих газів до нього також призведе до розповсюдження пожежі в цьому напрямку. Урешті-решт, коли існує вимушений потік (наприклад, через вітер), тоді поширення виникне переважно в напрямку руху потоку (конвекція продуктів згорання), але буде наявне повільніше поширення в протилежному напрямку (теплове випромінювання). Таким чином, шляхи газообміну будуть утворюватися в просторі будівлі між отворами, які є вхідними для потоку повітря й вихідними



а)



б)

Рис. 2. Мансардне приміщення в житловому секторі:

- а) будова покрівлі мансардного приміщення;
б) загальний вигляд мансардного приміщення

для потоку продуктів горіння. Можуть виникати потоки однобічні й багатобічні, а також різні конфігурації потоків, які поширюються як по горизонталі, так і по вертикалі (рис. 3, а), б)) [5].

Ураховуючи вищенаведене, можемо виділити такі види газообміну:

- однобічний газообмін (наявність більше ніж одного вентиляційного отвору);
- двобічний газообмін (наявний один вентиляційний отвір);
- вимушений газообмін (використання димовсмоктувача, нагнітача, розпилених струменів води та напрямку вітру);
- відсутність газообміну (вогнище пожежі ізольоване).

Розвиток пожежі в мансардному приміщенні може залежати від багатьох чинників. На початку розвитку такої пожежі керує паливо, це означає, що на динаміку процесу згорання впливає лише кількість, вид і характеристики палива. Достатня кількість кисню наявна постійно й у кожному місці процесу горіння. Такий стан утримується впродовж певного часу, протягом якого потужність пожежі зростає. Пожежа продовжує збільшувати свою динаміку, утворюється все більше продуктів згорання, оскільки зростає зона горіння. Задимлення призводить до утворення та зниження нейтральної зони, тим самим обмежується простір, через який до пожежі надходить кисень із повітрям і пожежа стає керованою вентиляцією. Настає критичний момент у розвитку внутрішньої пожежі. Із цього моменту всі зміни у вентиляції суттєво впливатимуть на динаміку й розвиток пожежі [10].

На стадії раннього розвитку пожежі температура буде поступово збільшуватися за умови наявності достатньої кількості свіжого повітря (кисню) за рахунок відчинених дверей, вікон тощо. Це означає, що з точки зору проведення робіт із порятунку людей на пожежі всі сили й засоби

повинні бути задіяні й спрямовані на гасіння або унеможливлення поширення полум'я по всій площині поверхні в закритому приміщенні без змоги потрапляння окисника.

У разі настання різкого охоплення вогнем наступною стадією розвитку пожежі є «повноцінний розвиток пожежі», який буде характеризуватися значним задимленням суміжних приміщень, високою температурою, загрозою поширення пожежі на суміжні приміщення, як наслідок, можливістю обвалу перекриття й несучих конструкцій будівлі. Тому надзвичайно важливо направляти сили та засоби з найменшим ризиком для особового складу. Значна кількість випадків гасіння пожеж пов'язана з небезпечним впливом на особовий склад небезпечних чинників пожежі, зокрема дія високих температур і диму значно ускладнює проведення рятувальних робіт і пожежогасіння. Вагомим тактичним способом зниження такого впливу на особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів є гасіння пожежі ззовні, зменшуючи концентрацію окисника в горючому середовищі.

Для досягнення найбільш ефективного гасіння пожежі в мансардному приміщенні потрібно виправити та додати низку таких факторів:

1. Зменшення концентрації окисника в повітрі.
2. Зменшення кількості особового складу для ліквідації пожежі.
3. Оперативність ведення дій.
4. Мінімізація пролитої води.

Проводячи аналіз способів гасіння пожежі в мансардних приміщеннях, відповідно до керівних документів, можемо відзначити два основні способи [2; 3]:

1. Подачу ствола на гасіння по сходовій клітині.
2. Подачу ствола на гасіння по висувній драбині.

Гасіння пожежі за допомогою висувної драбини може бути ефективним методом у деяких випадках, але також має власні особливості.

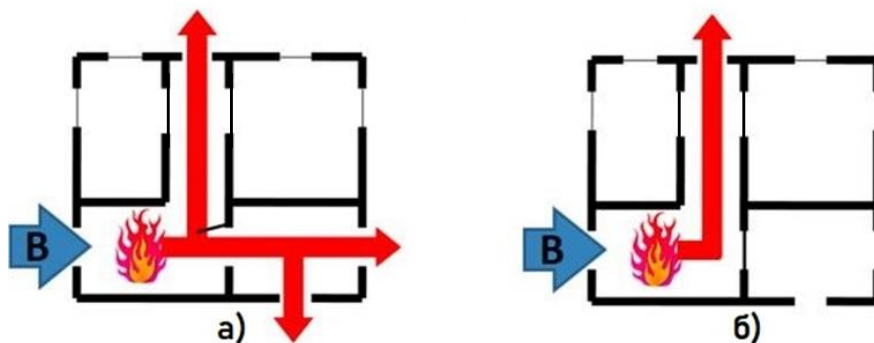


Рис. 3. Можливі шляхи й потоки газообміну [5]:

- а) багатобічний газообмін;
б) однобічний газообмін

Ефективність такого методу полягає в тому, що доступ до пожежі на даху або в мансардному приміщенні стає більш доступним. Особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів може скористатися висувною драбиною, щоб піднятися на дах і використати інструменти для гасіння або локалізації вогню. Це дає змогу пожежним-рятувальникам працювати й безпосередньо контролювати рух вогню, особливо у випадках, коли пожежа поширюється з нижніх поверхів до даху або по стінах будівлі. Проте цей підхід має свої труднощі. Доступність до даху може бути ускладненою через різні фактори, такі як висота будівлі, стан даху, унаслідок чого може бути обвалення конструкції, проведення гасіння за таким принципом задіює велику кількість особового складу, також великим та основним недоліком такого методу гасіння є велика кількість пролитої води, яка може затопити нижні поверхи, тим самим завдати великих матеріальних збитків. Оцінювання ситуації та розуміння умов є важливими для визначення ефективності цього методу гасіння. Пожежні підрозділи повинні мати не лише відповідну підготовку для роботи на даху, а й усі необхідні засоби безпеки й обладнання для ефективного втручання (рисунк 4).

Зважаючи на пожежі в мансардних приміщеннях, гасіння через сходову клітину має свої суттєві недоліки. Піднімаючись сходовою клітиною, ланка ГДЗС може швидко досягти місця загоряння. Це може бути дуже ефективно, особливо якщо пожежа локалізована на верхніх поверхах чи в мансардному приміщенні. Такий метод дає змогу контролювати поширення вогню й реагувати оперативно. Проте існує низка ризиків, які можуть призвести до пошкодження конструкції будівлі, зокрема сходової клітини, створюючи небезпеку обвалу, тим самим ускладнюючи

доступ до осередку пожежі, цей метод також передбачає залучення значної кількості особового складу та вимагає альтернативних шляхів гасіння. Крім того, якщо вогонь швидко поширюється, гасіння знизу є не ефективним, оскільки він уже встиг поширитися на вищі поверхи до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

Оцінювання ситуації та ризиків важливе для визначення найбільш ефективного методу гасіння пожежі через сходову клітку (рисунк 4.1).

Проте, опираючись на закордонні публікації, ми можемо відзначити один із альтернативних способів гасіння стволами-пробійниками, які забезпечують ефективну локалізацію пожежі в мансардних приміщеннях (рисунк 5) [5].

Стволи-пробійники – це ефективний метод гасіння пожеж у мансардних приміщеннях, оскільки вони дають змогу подати засіб для гасіння без проникнення саме в мансардне приміщення цей метод буде особливо корисний, коли доступ до місця пожежі обмежений або ускладнений через особливості будівлі, наприклад, у мансардних приміщеннях із вузькими або складними доступами. Стволи пробійники дають змогу подавати вогнегасну речовину або інший засіб для гасіння пожежі через стелю чи інший бар'єр різними розпиленнями, що може не лише забезпечити гасіння, а й унеможливити поширення горіння за рахунок охолодження приміщення, при тому не потребуючи безпосередньої присутності людини в зоні загоряння. Це може знизити ризик для ланки ГДЗС і прискорити реагування на пожежу, також ефективність цього методу полягає в точності й швидкості подачі засобу для гасіння, а також у можливості охоплення навіть важкодоступних місць у мансардних приміщеннях. Використання стволів-пробійників дає змогу зменшити час реагування особового складу, мінімізувати

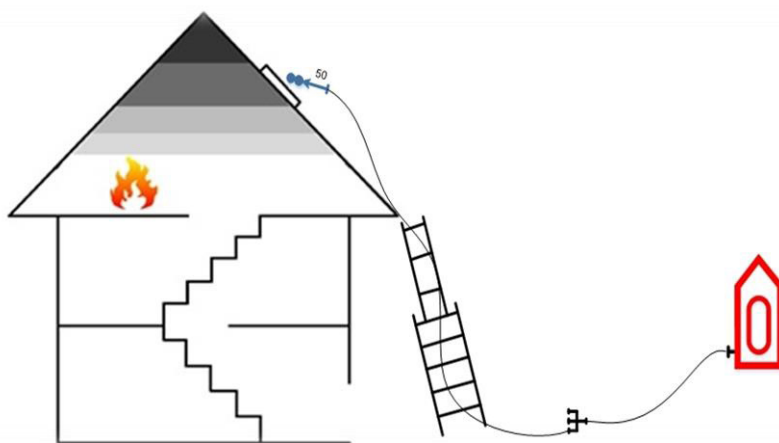


Рис. 4. Гасіння мансардного приміщення за допомогою висувної драбини

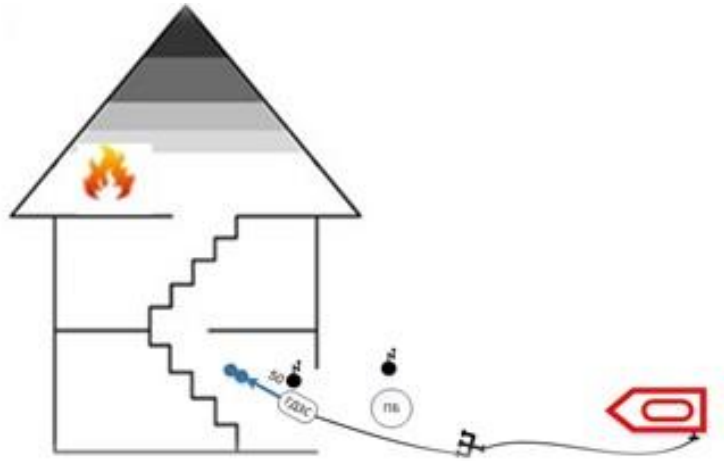


Рис. 4.1. Гасіння мансардного приміщення через сходову клітку

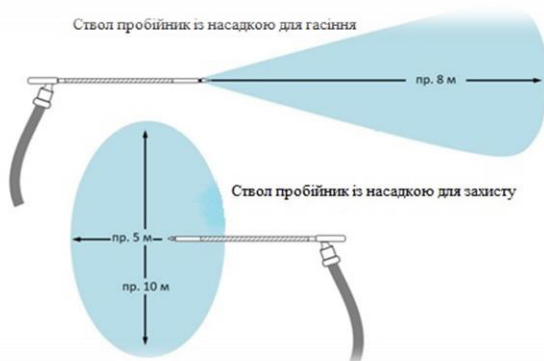


Рис. 5. Загальний вигляд ствола-пробійника

ризик для життя та здоров'я пожежним-рятувальникам.

Деякі стволи-пробійники, зважаючи на масивну й довговічну конструкцію, можуть вбиватися (молотом або обухом сокири) через конструктивні елементи різних видів, і вони можуть це витримати майже без пошкоджень. Інші мають менш витривалу конструкцію, вимагають виконання отвору механічним шляхом у більш міцних матеріалах. Перевагою перших є міцність, других – найчастіше легкість використання (потрібний менший отвір для введення ствола пробійника) і краща якість розпиленого струменя [5].

Розглянувши закордонні публікації, де продемонстровано основні принципи та способи реалізації гасіння пожеж у мансардних приміщеннях житлового сектору, можемо зробити висновок, що є два основні методи гасіння стволами-пробійниками (рисунок 6), а саме:

1. Подача вогнегасної речовини, зокрема водяного туману (тонко розпилений струмінь під кутом 90°) на захист;

2. Подача водяного туману (тонко розпилений струмінь під кутом 35° – 40°) на гасіння;

Подача вогнегасної речовини такими методами проводиться за допомогою спеціальних насадок, які формують тонко розпилений струмінь так, щоб можна було б досягти бажаних результатів (рисунок 6).

Якщо порівняти способи проведення гасіння пожеж мансардних приміщень у житловому секторі в Україні й закордоном, то бачимо, що стволи-пробійники мають іншу назву, а саме «туманні стволи». Стосовно терміна «туманні стволи», хоча він і відсутній у нормативній базі України, але водночас використовується країнами Європейського Союзу, США, Польщі тощо. Сам термін «туманні стволи» включає необхідність і правильність проведення пожежогасіння чи ізолювання пожежі в огороженнях під час проведення оперативних

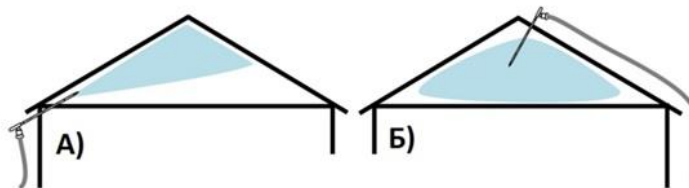


Рис. 6. Приклади застосування стволів-пробійників під час гасіння пожежі в мансардному приміщенні:

варіант А) – використання насадки для гасіння;

варіант Б) – використання насадки для захисту

дій пожежно-рятувальними підрозділами з метою успішної та безпечної ліквідації пожежі.

Ізолювання пожежі знижує швидкість потоку газів, що зменшує кількість тепла, яке переноситься шляхом конвекції. Застосування стволів-пробійників є тактикою, завдяки якій КПП може досягти цілей на певному етапі гасіння пожежі. Прикладом проведення гасіння може бути пробивання стін, виготовлених із легких матеріалів, або гасіння з боку даху, де доступ до пожежі є найлегшим способом, щоб запобігти загорянню пожежного навантаження (рисунок 7).



Рис. 7. Принцип гасіння стволом-пробійником мансардного будинку з боку стіни

Ураховуючи вищенаведене, а також аналіз шляхів і видів газообміну під час гасіння пожеж в огороженні, можемо стверджувати, що в більшості випадків ці пожежі контролюються вентиляцією. Ключовим питанням за таких умов стає доступ повітря в зону горіння, таким чином, використання стволів-пробійників набуває максимальної ефективності за рахунок подачі розпилистих і тонко розпилистих струменів води на гасіння або захист в осередок горіння за умови повної або часткової ізоляції пожежі. Якщо поширення

пожежі відбувається у вище (мансардні приміщення) та нижче розташовані поверхи, пропонується застосування комбінованого способу гасіння, одночасне використання ланки ГДЗС для гасіння і ствола-пробійника для захисту мансардного приміщення за умови роботи на пожежі не менше ніж два відділення (рисунок 9). Відповідно до додатка 7 «Умовні позначення та знаки» [2], не передбачено позначень ствола-пробійника, так пропонується наступне позначення ствола пробійника з насадками для гасіння та захисту (рисунок 8).

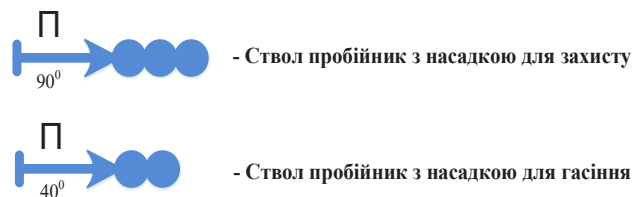


Рис. 8. Позначення ствола-пробійника з насадками

Висновки. На основі теоретичних досліджень газообміну та його управління під час пожеж в огороженні можна вважати, що фундаментальний принцип гасіння за допомогою ствола-пробійника здійснюється з метою залучення меншої кількості особового складу, зменшення кількості пролитої води й зменшення концентрації окисника та горючих газів. Методи роботи, вибір засобів і тактика дій пожежно-рятувальних підрозділів залежать від поставленої мети, завдання й тактичних можливостей підрозділів, які прибули для гасіння пожежі. Проаналізувавши закордонні та вітчизняні роботи щодо способів проведення гасіння пожеж мансардних приміщень у житловому секторі, бачимо, що в Україні немає методів і досвіду гасіння таких пожеж

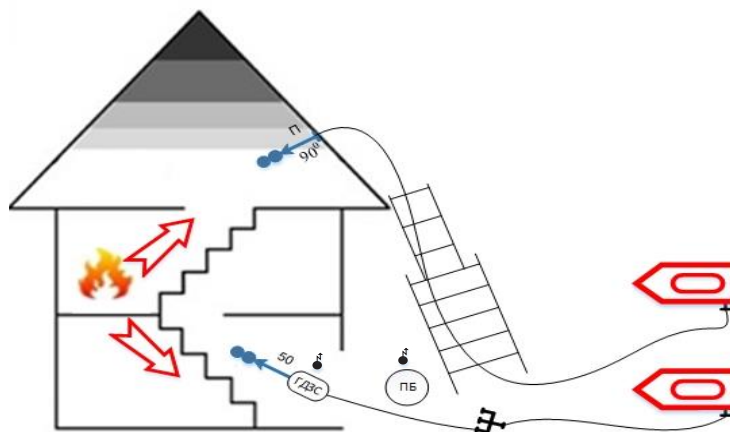


Рис. 9. Гасіння мансардного приміщення комбінованим способом

стволами-пробійниками. Беручи до уваги можливі варіанти виникнення й розповсюдження таких пожеж із найтяжчими наслідками, запропонували комбінований спосіб гасіння мансардних приміщень.

Надалі буде детально розглянуто питання стволів-пробійників (тактико-технічні характеристики, а саме: витрата води, геометричні параметри, маса тощо) і принципів гасіння за допомогою них. На основі проведених досліджень планується розроблення методичних рекомендацій для проведення гасіння пожеж у будівлях із мансардними приміщеннями, а також тренажеру для покращення підготовки пожежних-рятувальників до гасіння будівель із мансардними приміщеннями й подібних до них об'єктів.

Список літератури

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні з 2019–2023 р. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/statistika-pozhezh/analitichni-materiali>.
2. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж : Наказ МВС від 26.04.2018 № 340 зі змінами, унесеними згідно з наказами Міністерства внутрішніх справ від 18.10.2021 № 768, від 18.04.2024 № 251.
3. Довідник керівника гасіння пожежі / Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. Київ : ТОВ «Літера-Друк», 2016. 320 с.
4. Основи тактики гасіння пожеж : навчальний посібник / В. В. Сировий, Ю. М. Сенчихін, А. А. Лісняк, І. Г. Дерев'яно. Харків : НУЦЗУ, 2015. 216 с.
5. Шимон Кокот. Гасіння внутрішніх пожеж : посібник / переклад з пол. В. Дубасюка. Львів, 2022. 319 с.
6. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
7. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення.
8. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель.
9. Ковалишин В. В., Луц В. І., Пархоменко Р. В. Основи підготовки газодимозахисника : навчальний посібник. Львів : ЛДУБЖД, 2015. 390 с.
10. Шимон Кокот. Вентилятори і вентиляція в пожежній охороні : посібник / переклад з пол. В. Дубасюка. Львів, 2022. 72 с.

References

1. Analytichna dovidka pro pozhezhі ta yikh naslidky v Ukraini z 2019–2023 r [Analytical reference on fires and their consequences in Ukraine from 2019–2023]. Retrieved from: <https://idundcz.dsns.gov.ua/statistika-pozhezh/analitichni-materiali>. [in Ukrainian].
2. Nakaz MVS vid 26.04.2018 r. № 340 iz zminamy vnesenymy zghidno z Nakazamy Ministerstva vnutrishnikh sprav № 768 vid 18.10.2021r., № 2 51 vid (18.04.2024 r.) «Pro zatverdzhennia Statutu dii u nadzvychainykh sytuatsiiakh orhaniv upravlinnia ta pidrozdiliv Operativno-riatuvalnoi sluzhby tsyvilnoho zakhystu ta Statutu dii orhaniv upravlinnia ta pidrozdiliv Operativno-riatuvalnoi sluzhby tsyvilnoho zakhystu pid chas hasinnia pozhezh». [«On approval of the Charter of actions in emergency situations of management bodies and units of the Operational and Rescue Service of Civil Protection and the Charter of actions of management bodies and units of the Operational and Rescue Service of Civil Protection during fire extinguishing»]. [in Ukrainian].
3. Ukrainskyi naukovo-doslidnyi Instytut tsyvilnoho zakhystu. Dovidnyk kerivnyka hasinnia pozhezhі (2016). [Ukrainian Research Institute of Civil Protection. Directory of the fire extinguishing manager]. Kyiv: Litera-Druk LLC, 320 p. [in Ukrainian].
4. Syrovyi, V. V., Senchikhin, Yu. M., Lisnyak, A. A., & Derevyanko, I. G. (2015). Osnovy taktyky hasinnia pozhezh [Basics of firefighting tactics]: training. manual Kharkiv: NUZZU, 216 p. [in Ukrainian].
5. Shimon Kokot (2022). Hasinnia vnutrishnikh pozhezh [Extinguishing internal fires]: manual, translation from gender. Volodymyr Dubasyuk. Lviv: 319 p. [in Ukrainian].
6. DBN B.2.2-12:2019. Planuvannia ta zabudova terytorii [Planning and development of territories]. [in Ukrainian].
7. DBN V.2.2-15:2019. Zhytlovi budynky. Osnovni polozhennia [Residential buildings. Basic provisions]. [in Ukrainian].
8. DBN V.2.6-31:2016. Teplova izoliatsiia budivel. [Thermal insulation of buildings]. [in Ukrainian].
9. Kovalishin, V. V., Lushch, V. I., & Parkhomenko, R. V. (2015). Osnovy pidhotovky hazodymozakhysnyka: navchalnyi posibnyk [Fundamentals of gas and smoke protector training]: textbook. Lviv: LDUBZD. 390 p. [in Ukrainian].
10. Shimon Kokot (2022). Ventyliatory i ventyliatsiia v pozhezhnii okhoroni: posibnyk, pereklad z pol. [Fans and ventilation in the fire department: manual, translation from gender]. Volodymyr Dubasyuk. Lviv: 72 p. [in Ukrainian].

© В. І. Луц, Є. В. Кобко, Я. Б. Великий, Б. А. Романик, 2024.

Оглядова стаття.

Надійшла до редакції 21.11.2024.

Прийнято до публікації 18.12.2024.