

УДК 614.841

DOI: <https://doi.org/10.31731/2524.2636.2021.5.2-51-57>

Василь Луц, канд. техн. наук, доцент (ORCID: 0000-0001-5931-3181)

Назар Штангрет, канд. техн. наук (ORCID: 0000-0003-0566-2460)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИДИМОСТІ НА ВИКОНАННЯ РОБІТ ЛАНКОЮ ГДЗС

Щодня в нашій країні виникає більше 100 пожеж, в яких гине 5-6 чоловік. Порівняно з країнами Західної Європи, в нашій країні кількість пожеж та людей, які на них загинули, є досить значною. Це пов'язано із складним соціально-економічним становищем держави, недостатньою профілактичною роботою щодо запобігання пожежам, низькою участю в справі пожежної безпеки місцевих органів самоврядування та громадських об'єднань.

Концентрація отруйних речовин у перші хвилини пожежі вище граничної в 12-100 разів. Швидкість поширення диму й отруйних речовин дуже велика (до 20 м/хв по вертикалі). Від диму і газів під час пожеж у світі щорічно гине близько 16 чоловік на 1 млн. населення, причому цей показник має тенденцію до зростання.

Мета проведення експериментальних досліджень полягає у визначенні швидкості руху пересування ланки газодимозахисної служби (далі ГДЗС) в умовах різної видимості предметів в залежності від густини диму.

В роботі експериментально визначено швидкість руху пересування ланки ГДЗС при проведенні розвідки з пошуком осередку пожежі або постраждалого у підвалі в умовах різної видимості предметів залежно від густини диму.

За отриманими результатами встановлено, що проведення розвідки з пошуком осередку пожежі або постраждалого у підвальних та цокольних приміщеннях в умовах видимості менше 1 м, швидкість руху ланки ГДЗС в середньому буде становити до 9 м/хв.

У разі застосування пристрою для комбінованої подачі тонкорозпиленої води на базі димовисмоктувача ДПМ-7 для пониження середньої об'ємної температури до 60 ± 5 °С та збільшення видимості: візуальної в межах $3 \pm 0,5$ м і оптичної в межах 0,78 Нп/м (200 ± 7 мВ) швидкість руху ланки ГДЗС в середньому буде становити до 12 м/хв., що в 1,3 рази швидше ніж без комбінованої подачі.

Як показали експериментальні дослідження для ефективної (швидкої) роботи ланки ГДЗС в умовах густого задимлення та високої температури застосування пристрою для комбінованої подачі тонкорозпиленої води (300-400 мкм) на базі переносного димовисмоктувача ДПМ-7 в 1,3 рази пришвидшує проведення аварійно-рятувальних робіт під час пошуку постраждалого та осередку пожежі.

Ключові слова: візуальна видимість, тонкорозпилена вода, комбінована подача, середньо об'ємна температура.

Постановка проблеми. Щодня в нашій країні виникає більше 100 пожеж, в яких гине 5-6 чоловік. Порівняно з країнами Західної Європи, в нашій країні кількість пожеж та людей, які на них загинули, є досить значною. Це пов'язано із складним соціально-економічним становищем держави, недостатньою профілактичною роботою щодо запобігання пожежам, низькою участю в справі пожежної безпеки місцевих органів самоврядування та громадських об'єднань.

Концентрація отруйних речовин у перші хвилини пожежі вище граничної в 12-100 разів. Швидкість поширення диму й отруйних речовин дуже велика (до 20 м/хв по вертикалі). Від диму і газів під час пожеж у світі щорічно гине близько 16 чоловік на 1 млн. населення, причому цей показник має тенденцію до зростання.

При повному згоранні більшості органічних матеріалів утворюються вуглекислий газ (CO₂) і вода (H₂O). Однак повне згорання органічних матеріалів можливе тільки на відкритих пожежах, де кількість кисню для підтримання процесу горіння необмежена. При внутрішніх пожежах, що протікають за нестачі повітря, відбувається неповне згорання органічних сполук. В цьому випадку, в процесі горіння органічного матеріалу, утворюються різноманітні токсичні для організму людини

продукти неповного згорання (окис вуглецю, спирти, кетони, альдегіди, кислоти і т.д.), які можуть знаходитись в об'ємі приміщення у вигляді газів, парів, туману, пилу (табл. 1) [1].

Таблиця 1 – Виділення токсичних хімічних речовин в умовах пожежі

Речовина, що знаходиться в зоні горіння теплової дії	Хімічні сполуки, що утворюються під час горіння і термічного розкладу
Шкіра, бавовна, тканина, волосся	Речовини, що мають неприємний запах: піридин, хінолін, ціаністі сполуки, сполуки, які містять сірку; гази, які мають сильний гострий запах: альдегіди, кетони
Деревина	Формальдегід, ацетальдегід, фурфурол, смоляні кислоти, спирти, складні ефіри, кетони, феноли, аміни, піридин, окис вуглецю
Жири, мило, м'ясопродукти	Крім інших хімічних речовин утворюється акролеїн. Концентрацію акролеїну біля 0,003 % людина переносить не більше 1 хвилини
Каучук	Ізопрен, вищі ненасичені вуглеводи
Лаки, продукти, що містять нітроцелюлозу	Окис вуглецю, вуглекислота, синильна кислота, окис азоту
	Окис вуглецю, окис азоту, ціаністі сполуки, хлорангідридні кислоти, формальдегіди, фенол, бензол, фосген, аміак, ацетон, стирол

Особливо небезпечними є пожежі в підвалах житлових будинків. Це обумовлюється конструктивним виконанням підвалів. На перебіг пожеж в підвалах великий вплив має пожежне навантаження, яке може становити до 50 кг/м². В підвалах при неповному згоранні дим має підвищену щільність і токсичність, а середньооб'ємна температура в підвалі вже на 20-30 хв. може досягати 250-350 °С і більше. [2,3,4].

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Як показує практичний досвід використання газодимозахисної служби, приблизно 50 % робіт, що виконують газодимозахисники під час пожежі, мають середній ступінь важкості. У (табл. 2), можна побачити як впливає вид роботи або вправи на ступінь її важкості та на швидкість руху ланки ГДЗС під час гасіння пожеж у підвалах житлових будівель, що розглянуто в статті [5].

Таблиця 2

Вид роботи або вправи	Швидкість руху, м/хв	Ступінь важкості роботи
Ходіння по горизонтальній площині	50-60	середня
Пересування навприсядки	18-20	середня
Перенесення постраждалого по горизонтальній площині двома газодимозахисниками	30-40	середня
Проведення розвідки з пошуком осередку пожежі або постраждалого. Видимість відсутня.	-	середня
Пересування через вузький лаз	6-8	важка
Пересування з стволом під тиском води 0,4- 0,45 МПа	48-50	важка

Як видно з таблиці 2, види робіт, що виконуються ланками ГДЗС під час гасіння пожеж у підвалах житлових будівель здебільшого відповідають середньому та важкому ступеню важкості і впливають на швидкість руху пересування ланки, щодо виду роботи то проведення розвідки з пошуком осередку пожежі або постраждалого при відсутній видимості, інформація про швидкість руху відсутня. Так, як при гасінні пожеж у підвалах в більшості випадків відбувається в складних умовах, а саме в умовах обмеженої видимості та високих температур при проведенні розвідки з пошуком осередку пожежі або постраждалого. Відповідно мета проведення експериментальних досліджень полягає у визначенні швидкості руху пересування ланки ГДЗС в умовах різної видимості предметів в залежності від густини диму: [2,3,4]

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Так як така проблематика практично не вивчалася і таким дослідженням не приділено значної уваги, відповідно є доцільним провести додаткове дослідження та встановити швидкість руху пересування ланки ГДЗС в умовах різної видимості предметів в залежності від густини диму.

Постановка задачі та її розв'язання. Для вирішення поставленої мети, а саме: визначенні швидкості руху пересування ланки газодимозахисної служби в умовах різної видимості предметів в залежності від густини диму, було зазначено ряд задач.

- розробити методику для проведення досліджень з визначення впливу видимості на виконання робіт ланкою ГДЗС;
- провести експериментальні дослідження згідно розробленої методики щодо визначення швидкості руху пересування ланок ГДЗС в умовах різної видимості

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів.

Особливості гасіння пожеж у підвальних приміщеннях за допомогою традиційних для сучасної практики приладів та пристроїв для вилучення продуктів горіння та зниження температури в приміщеннях детально проаналізовано і подано в [6, 7]. У роботах [8, 9, 10, 11, 12] наводиться короткий огляд засобів димовидалення з атріумів та інформація про останні дослідження, що відносяться до проектування систем димовидалення з приміщень. На основі опрацювання досвіду гасіння найбільш характерних пожеж у підвальних приміщеннях житлових будівель можна зробити висновок, що найбільш важливою характеристикою, що ставиться до мобільного пожежно-технічного обладнання для захисту та ефективної роботи газодимозахисників при гасінні пожеж в підвалах є вимога зменшення середньої об'ємної температури та збільшення оптичної видимості.

Тому, необхідно експериментально визначити швидкість руху пересування ланки ГДЗС у підвалі в умовах різної видимості предметів залежно від густини диму:

- 1) При відсутній видимості – 0 м.
- 2) До 3 м.
- 3) Від 3 до 6 м.
- 4) Від 6 до 12 м.

Експериментальні дослідження проводились за власною розробленою методикою на території навчально-тренувального полігону ЛДУ БЖД в підвальному приміщенні фрагменту житлової будівлі розміром 10×8×2,5 м по вул. Зеленій, 301б.

Умови проведення: температура повітря 12 °С, задимлення створювалось за допомогою дим машини ВІГ ВК-001В, контроль за задимленістю та видимістю візуальною – фіксувався за допомогою групового ліхтаря марки ТRІО 550 з лампочкою потужністю 21 Вт, а оптичною видимістю за допомогою приладу по вимірюванню оптичної густини диму [13], час фіксувався за допомогою електронного секундоміру РС-2810.

Для проведення експериментального дослідження було створено ланку ГДЗС з курсантів 3-го курсу ЛДУБЖД, ланка була оснащена захисним одягом, апаратами на стисненому повітрі фірми "Dreger" серії РА-92 та всім необхідним спорядженням [14,15], таким як: зв'язкою, рукавною лінією зі стволом першої допомоги (стволом «Б»), ломом легким, груповим ліхтарем та засобом зв'язку - переносною радіостанцією.

Експериментальне дослідження було проведено в чотири етапи, кожний з яких включав в себе два досліди (спроби). Перший етап – при видимості від 6 до 12 м. Другий етап – при видимості від 3 до 6 м. Третій етап – при видимості до 3 м. Четвертий етап – при відсутній видимості менше 1 м. Пересування ланки ГДЗС в підвальному приміщенні відбулося, як показано на схемі оперативного розгортання відділення на автоцистерні (рис. 1). [6, 7].

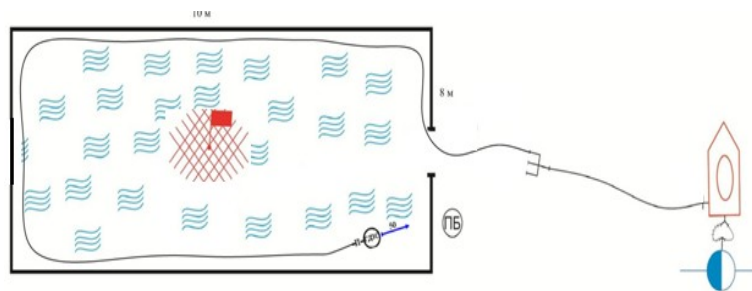


Рисунок 1 – Схема пересування ланки ГДЗС в підвальному приміщенні під час проведення експериментальних досліджень

Порядок проведення. Ланка ГДЗС із необхідним спорядженням включена в апарати на стисненому повітрі (далі АСП) розташовується перед входом підвальне приміщення, яке задимлене у відповідності до етапу та контролюється по приладу для дослідження оптичної густини диму та групового електричного ліхтаря. Спочатку подається команда і вмикається секундомір – ланка ГДЗС заходить у підвальне приміщення з метою проведення розвідки та рухається по периметру вздовж капітальних стін до виходу з підвалу, загальна відстань яку повинна пройти ланка ГДЗС становить 36 м. При виході з підвального приміщення останнього газодимозахисника фіксувався час (рис. 2).



Рисунок 2 – Експериментальні дослідження з визначення швидкості руху пересування ланки ГДЗС в залежності від видимості: а) від 6 до 12 м; б) від 3 до 6 м; в) до 3 м; г) відсутня видимість – менше 1 м

Ефективність ліквідації пожеж в підвальних приміщеннях в першу чергу залежить від швидкості та безпечного просування ланки ГДЗС до осередку пожежі або для пошуку постраждалого, що можна забезпечити лише швидким осадженням диму для збільшення видимості та зниження середньооб'ємної температури навколишнього середовища за допомогою комбінованого застосування димовсмоктувачів і пристрою для подачі струменів тонкорозпиленої води.

Результати експериментальних досліджень з визначення швидкості руху пересування ланок ГДЗС в умовах різної видимості предметів в залежності від густини диму у підвальному приміщенні наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Видимість, м	I спроба, с	II спроба, с	Середнє значення швидкості руху, м/хв
від 6 до 12 м	104	98	20
від 3 до 6 м	155	150	14
від 1 до 3 м	174	171	12
При відсутній видимості – менше 1 м	235	232	9

Таким чином, на підставі теоретичних та експериментальних лабораторних досліджень для підвищення швидкості та безпечного просування ланки ГДЗС до осередку пожежі або для пошуку постраждалого було сконструйовано та виготовлено пристрій [16], де в якості насадки-розпилювача застосовується форсунка (повний конус) з діаметром вихідного отвору $d=3,5$ мм для подачі тонкорозпиленої води (далі пристрій), який разом з переносним пожежним димовсмоктувачем ДПМ-7 можна було б застосовувати під час гасіння реальних пожеж в підвальних приміщеннях ланками ГДЗС. Загальна будова пристрою представлена на (рис. 3) а та б.

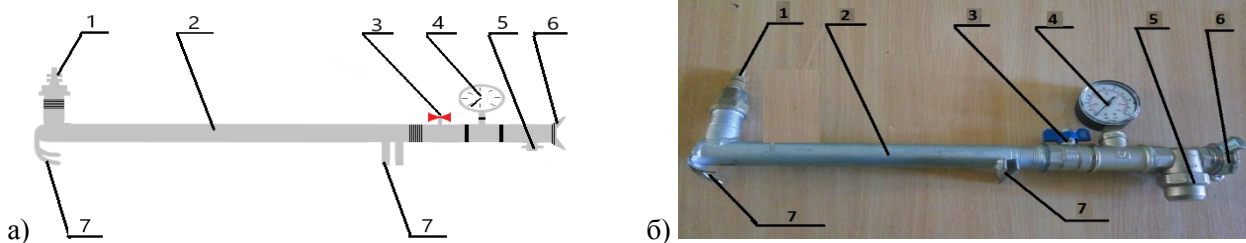


Рисунок 3 – Загальна будова пристрою: а) конструкційна схема; б) фото; 1 – форсунка; 2 – трубопровід; 3 – перекирвний кран; 4 – манометр; 5 – фільтр води; 6 – з'єднувальна головка; 7 – спеціальне кріплення до димовсмоктувача

Розташовується і кріпиться пристрій в передній частині до димовсмоктувача за допомогою спеціального кріплення (рис. 4). Принцип дії пристрою для подачі тонкорозпиленої води (далі ТРВ) в діапазоні діаметрів крапель ТРВ 300-400 мкм та димовсмоктувача полягає у їх одночасній роботі з метою отримання та подачі повітряно-водяного струменя. Повітряно-водяний струмінь отримують в результаті 2-х компонентів: тонкорозпиленої води та повітря [17].

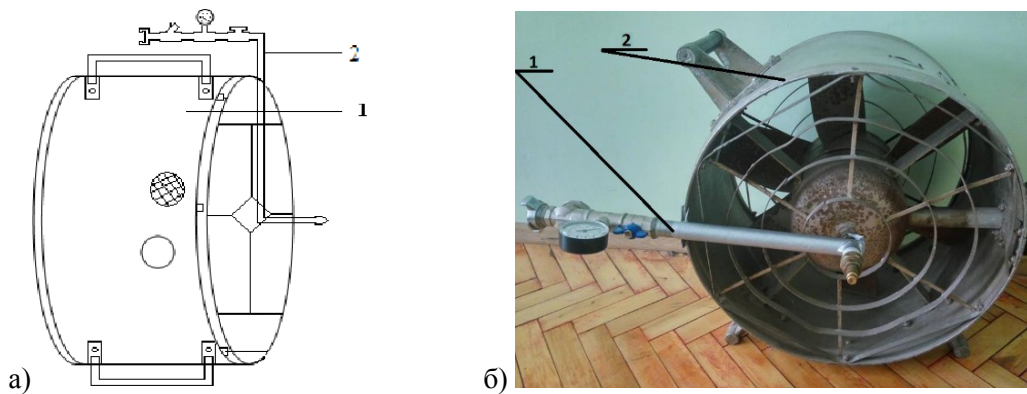


Рисунок 4 – Загальний вигляд пристрою разом з димовсмоктувачем: а) схема; б) фото; 1 – пристрій для подачі ТРВ; 2 – димовсмоктувач

Висновки. На підставі розробленої методики для проведення досліджень з визначення впливу видимості на виконання робіт ланкою ГДЗС було проведено експериментальні дослідження щодо визначення швидкості руху пересування ланок ГДЗС в умовах різної видимості у підвальному приміщенні. Встановлено, що проведення розвідки з пошуком осередку пожежі або постраждалого у підвалі в умовах видимості менше 1 м швидкість руху ланки ГДЗС в середньому буде становити до 9 м/хв. А в разі застосування пристрою для комбінованої подачі тонкорозпиленої води на базі димовсмоктувача ДПМ-7 для пониження середньої об'ємної температури до 60 ± 5 °С та збільшення видимості: візуальної в межах $3 \pm 0,5$ м і оптичної в межах 0,78 Нп/м (200 ± 7 мВ) швидкість руху ланки ГДЗС в середньому буде становити до 12 м/хв., що в 1,3 рази швидше. Що дасть можливість ефективніше проводити пошукові роботи з виявлення постраждалого та осередку пожежі і тим самим вберегти людські життя і матеріальні цінності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ковалишин В. В. Основи підготовки газодимозахисника: навчальний посібник / Ковалишин В. В., Луц В. І., Пархоменко Р. В. – Львів: ЛДУ БЖД, 2015.-379 с.
2. И.М. Абдурагимов Процессы горения /Абдурагимов И.М., Андросов А.С., Исаева Л.К., Крылов Е.В. // РИО ВИПТШ МВД СССР, –1984. – 270 с.
3. И.М.Абдурагимов Физико-химические основыразвития и тушенияпожаров. / Абдурагимов И.М.,Говоров В.Ю., Макаров В.Е. // РИО ВИПТШ МВД СССР, –1980 – 256 с.
4. Алексашенко А.А.Тепломассоперенос при пожаре / Алексашенко А.А., Кошмаров Ю.А., Молчадский И.С. //Стройиздат, –1982– 176 с.
5. Луц В.І. Підвищення ефективності застосування переносних пожежних димовсмоктувачів. / В.І. Луц, О.В. Лазаренко, Н.О. Штангрет // Пожежна безпека: зб. наук. пр. – 2016. – № 28. – С. 88-94.
6. Наказ МВС України № 340 від 26.04.2018. «Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».
7. Довідник керівника гасіння пожежі/ [Коротинський П.А., Савинський С.П., Луц В.І. та ін.]; під ред. В.С. Кропивницького – К.: ТОВ «Літера-Друк», 2016, – 320 с.
8. NFPA 92B. Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Areas. National Fire Safety Association. Quincy, 2000.
9. Klote, J. K., Milke, J.A. Design of Smoke Management Systems. Atlanta : ASHRAE, 1992.
10. Webb W. Smoke extraction systems – do they work? Fire Protection Engineering, summer edition, 2000.
11. Evans D. A unique method for the design of smoke removal. Fire Protection Engineering, summer release, 2000
12. Milke J. The use of models in the design of smoke removal systems. Fire Protection Engineering, summer edition, 2000.
13. Гуліда Е. М. Прогнозування величин оптичної густини диму при пожежі в приміщенні. *Пожежна безпека: зб. Наук. праць*. Львів: ЛДУБЖД, 2011. №19. С.65
14. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України : Наказ МНС України №1342 від 16.12.2011 року.
15. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України : Наказ МНС України № 312 від 07.05.2007 року.
16. Патент ua 119365 «Пристрій для осадження продуктів горіння, зниження температури та збільшення видимості в задимлених приміщеннях». / Луц В.І., Штангрет Н. О. (України); Опубл. 25.09.2017.
17. Луц В.І. Експериментальні дослідження впливу дисперсності крапель тонко розпиленних водних вогнегасних речовин на осадження продуктів горіння та пониження температури при пожежі в лабораторних умовах. / В.І. Луц, Н.О. Штангрет // Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: матеріали міжнар.наук.-практ.конф. – Львів,2018. – С.134-136.

REFERENCES

1. Kovalyshyn V. V. (2015), *Osnovy pidhotovky hazodymozakhysnyka* [Fundamentals of training firefighters in SCBA]. Lviv State University of Life Safety, L'viv, Ukraine.
2. I.M. Abduragimov Combustion processes / Abduragimov I.M., Androsov A.S.,Isaeva L.K., Krylov E.V. // RIO VIPTSH Ministry of Internal Affairs of the USSR, –1984. - 270 p
3. 3. IM Abduragimov Physical and chemical foundations of development and fire extinguishing. / Abduragimov I.M., Govorov V.Yu., Makarov V.E. // RIO VIPTSH Ministry of Internal Affairs of the USSR, – 1980 - 256 p.
4. Aleksashenko A.A. Heat and mass transfer in case of fire / Aleksashenko A.A., Koshmarov Yu.A., Molchadsky I.S. // Stroyizdat, 1982–176 p.
5. V.I. Lushch Improvement of efficiency of storage of portable pozhnyh dimovsmoktuvachiv. / V.I. Lushch, O.V. Lazarenko, N.O. Shtangret // Pozhezhna bezpeka: zb. sciences. pr. - 2016. - No. 28. - S. 88-94.
6. Order of the Ministry of Iternal Afair of Ukraine from April 26, 2018 №340 « Order of the Ministry of Internal Affair of Ukraine from April 26, 2018, №340 «On Approval of the Statute of Actions during emergencies governing bodies and subdivisions of Operations and Rescue Service of Civil protection during Fire Fighting». Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18>.

7. Korotynskiy P.A. (2016) *Dovidnyk kerivnyka hasinnia pozhezhi* [Fire Extinguisher's Guide]. Kyiv. Litera-Druk.
8. NFPA 92B. Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Areas. National Fire Safety Association. Quincy, 2000.
9. Klote, J. K., Milke, J.A. Design of Smoke Management Systems. Atlanta : ASHRAE, 1992.
10. Webb W. Smoke extraction systems – do they work? Fire Protection Engineering, summer edition, 2000.
11. Evans D. A unique method for the design of smoke removal. Fire Protection Engineering, summer release, 2000
12. Milke J. The use of models in the design of smoke removal systems. Fire Protection Engineering, summer edition, 2000.
13. Gulyda E.M. Prediction of optical density of dim in case of fire in primacy. *Pozhezhna bezpeka: zb. Science. good.* Lviv: LDUBZD, 2011. No. 19. P.65
14. Order of the Ministry of Emergency Situations of Ukraine from December 16, 2011 №1342 An instruction to organize use SCBA in the units of the Rescue Service of Civil Protection of the Ministry of Emergencies of Ukraine. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1342735-11>.
15. Rules of labor safety in the divisions of the Ministry of Emergencies of Ukraine: Order of the Ministry of Emergencies of Ukraine № 312 from 07.05.2007.
16. Patent ua 119365 "Device for deposition of combustion products, lowering the temperature and increasing visibility in smoky rooms." / Lushch VI, Shtangret NO (Ukraine); Publ. 09/25/2017
17. Lushch VI Experimental studies of the effect of dispersion of droplets of finely sprayed aqueous extinguishing agents on the deposition of combustion products and lowering the temperature during a fire in the laboratory. / B.I. Lush, N.O. Shtangret // Problems and prospects of development of life safety system: materials of international scientific-practical conference. - Lviv, 2018. - P.134-136.

Vasil Lusch Candidate of technical science, docent,
Nazar Shtangret Candidate of technical science
Lviv State University of Life Safety

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE INFLUENCE OF VISIBILITY ON THE PERFORMANCE OF WORKS BY THE GSPS

Every day in our country there are more than 100 fires, in which 5-6 people die. Compared to Western European countries, the number of fires and deaths in our country is quite significant. This is due to the difficult socio-economic situation of the state, insufficient preventive work to prevent fires, low participation in fire safety of local governments and public associations.

The concentration of toxic substances in the first minutes of the fire is above the limit of 12-100 times. The speed of smoke and poisonous substances is very high (up to 20 m / min vertically). Smoke and gases in fires in the world annually kill about 16 people per 1 million population, and this figure tends to increase.

The purpose and objectives of the study. The purpose of experimental research is to determine the speed of movement movement units of the gas and smoke protection service (hereinafter GSPS (Gas and smoke protection service) in conditions of different visibility of objects depending on the density of smoke.

In work the speed of movement was determined experimentally movement GSPS (Gas and smoke protection service) units during reconnaissance with the search for the source of the fire or the victim in the basement in conditions of different visibility of objects depending on the density of smoke.

It is established that conducting reconnaissance in search of a fire or the victim in basements and basements in terms of visibility less than 1 m, the speed of the GSPS (Gas and smoke protection service) will average up to 9 m / min.

In the case of application of the device for the combined supply of finely sprayed water on the basis of the DPM-7 smoke extractor for lowering the average volumetric temperature to 60 ± 5 °C and increasing visibility: visual within 3 ± 0.5 m and optical within $0.78 \text{ Np} / \text{m}$ ($200 \pm 7 \text{ mV}$) the speed of the GSPS (Gas and smoke protection service) unit will average up to 12 m / min., that in 1.3 times faster than without combined feed.

As shown by experimental studies for effective (fast) operation of the GSPS (Gas and smoke protection service) in conditions of dense smoke and high temperature, the use of a device for combined supply of finely divided water (300-400 μm) based on a portable smoke extractor DPM-7 1.3 times faster rescue operations during the search for the victim and the fire.

Key words: *visual visibility, finely sprayed water, combined supply, medium volume temperature.*