

*В.І. Луц, канд. техн. наук, доцент, В.Б. Лоїк, канд. техн. наук, Н.О. Штангрет  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

### **РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ З ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ПОЖЕЖІ В ОБ'ЄМАХ ПРИМІЩЕНЬ**

Розглянуто вплив температури та оптичної густини диму на швидкість його осадження. Визначено динаміку зміни температури та оптичної густини диму в підвальних та цокольних приміщеннях при пожежних навантаженнях. Досліджено вплив параметрів установок на інтенсивність подавання розпиленого струменя води та водних вогнегасних речовин та на ефективність послаблення небезпечних чинників пожежі.

**Ключові слова:** небезпечні фактори пожежі, дим та продукти згорання, висока температура, оптична густина диму.

*V.I. Lushch, V.B. Loik, N.O. Shtangret*

### **METHODOLOGY FOR DETERMINING PARAMETERS OF DANGEROUS FACTORS OF COMPARTMENT FIRES**

The article deals with the influence of temperature and optical density of smoke on the efficiency of its precipitation. Dynamics of change of temperature and optical density of smoke in basements and basements primacies under fire condition were determined. Influence of parameters of fire-fighting equipment and smoke-removal installations on the intensity of spray water streams and on the efficiency of reducing the dangerous factors of the fire was investigated.

**Key words:** dangerous factors of fire, smoke and products of combustion, high temperature, the optical density of smoke.

**Вступ.** Питання боротьби з небезпечними факторами пожежі такими, як дим та висока температура, з якими ведуть боротьбу ланки газодимозахисної служби (далі ГДЗС) ОРС ЦЗ України, під час оперативних дій у загазованих і задимлених приміщеннях, залишаються проблемними.

Концентрація отруйних речовин у перші хвилини пожежі вища за граничну в 12-100 разів. Середньооб'ємна температура в перші 5-10 хвилин пожежі може сягати 140-1600°C. Швидкість поширення диму й отруйних речовин дуже велика (до 20 м/хв по вертикалі). Від диму і газів при пожежах у світі щорічно гине біля 16 чоловік на 1 млн. населення, причому цей показник має тенденцію до подальшого зростання.

Основним завданням ГДЗС є забезпечення безпечної роботи газодимозахисників у загазованих і задимлених середовищах з метою проведення розвідки під час гасіння пожеж, ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків, рятування людей і евакуації матеріальних цінностей[12].

Дані проведених досліджень свідчать про те, що небезпечні чинники пожеж, від яких гинуть люди під час пожеж на промислових об'єктах, розподіляються таким чином: висока температура біля осередку пожежі; поступове зростання температури по всьому об'єму приміщення; токсичність продуктів горіння, дим і знижена концентрація кисню; втрата видимості в зоні задимлення; небезпека руйнування будівельних конструкцій, конструктивних елементів в результаті вибуху та дії високої температури[7-8].

**Постановка проблеми.** Ефективність ліквідації пожеж в задимлених приміщеннях та проведення аварійно-рятувальних робіт значною мірою залежить від продуктивності, працездатності, швидкості оперативного розгортання технічних засобів пожежогасіння, у тому числі і пожежно-технічного обладнання, одним з видів якого є пожежний димовсмоктувач.

Аналіз тактико-технічних характеристик, конструктивних рішень та параметрів таких димовсмоктувачів, які є на озброєнні Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України (ОРС ЦЗ України), свідчить, що вони не здатні забезпечити швидке осадження продуктів горіння та зниження температури в приміщеннях, що ускладнює оперативні дії ланок газодимозахисної служби, наражає на небезпеку особовий склад ОРС ЦЗ ДСНС України та призводить і до збільшення часу гасіння пожеж, а відповідно до значних матеріальних втрат та загибелі людей.

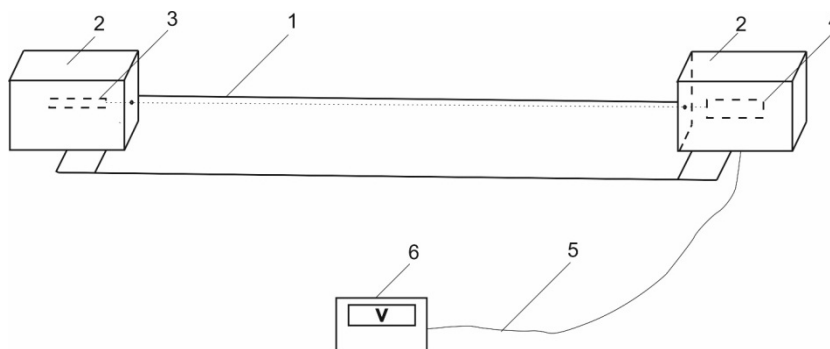
Усунення цих та інших недоліків наявних димовсмоктувачів неможливе без обґрунтування параметрів та реалізації нових конструктивних рішень, якими є застосування вісьового димовсмоктувача у поєднанні з пристроєм для осадження продуктів горіння, що зможе поєднувати як подачу повітря так і повітряно-водяної суміші в осередок пожежі. [13].

Отже, одним із шляхів підвищення ефективності осадження продуктів горіння та проведення аварійно-рятувальних робіт є розроблення та впровадження пристрою для осадження продуктів горіння, зниження температури та збільшення видимості у задимлених приміщеннях.

Тому дослідження процесів подачі повітряно-водяної суміші, а також збільшення видимості в задимленому приміщенні є актуальною науковою задачею, розв'язання якої дає можливість підвищити ефективність ліквідації пожеж в задимлених приміщеннях ланками ГЗДС. Відповідно є необхідність у розробленні методики, щодо дослідження процесів, які забезпечать послаблення небезпечних чинників пожежі, а саме зниження температури та збільшення видимості у задимлених приміщеннях під час роботи ланок ГЗДС.

**Виклад основного матеріалу.** Під час розроблення цієї методики використовувались матеріали джерел науково-технічної літератури, а також нормативних та методичних документів, зокрема [1-10].

Для дослідження процесів, що відбуваються під час пожеж в підвальних та цокольних приміщеннях, визначення ефективності засобів зниження температури та осадження диму застосовується прилад з визначення оптичної густини диму та ефективності подачі тонкорозпиленого водяного струменя з поверхнево активними речовинами в закритих об'ємах (класи пожеж «А», «В») (рис. 1) [11].



**Рисунок 1.** – Схема зображення приладу для дослідження оптичної густини диму  
1 – рама для кріплення елементів; 2 – термобокс; 3 – лазер з автономним джерелом живлення; 4 – світлоприймач; 5 – термостійкий електропровід; 6 – мілівольтметр

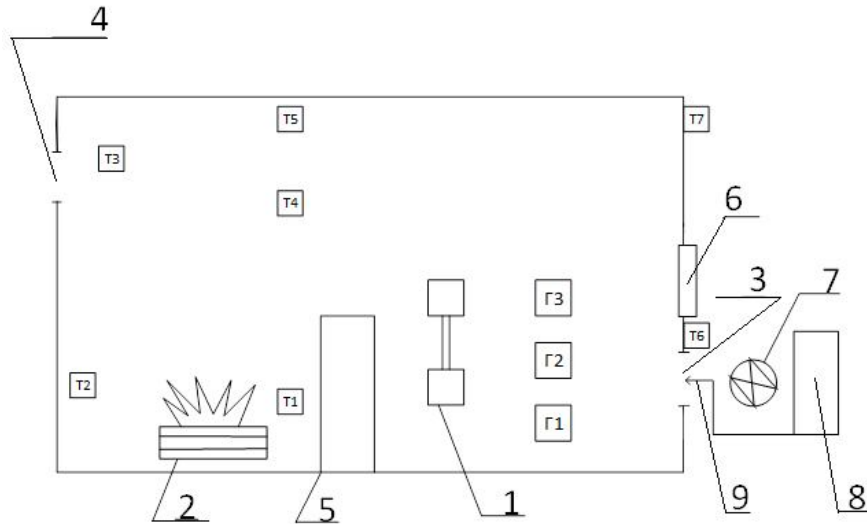
Схема розміщення приладу для дослідження оптичної густини диму, термоперетворювачів, отворів в стіні для забору проб газового середовища, обладнання і вхідних отворів для подавання тонкорозпиленого водяного струменя (з поверхнево активними речовинами) та вихідних отворів для вилучення продуктів згоряння (диму) з приміщення лабораторії показана на рис. 2. Прилад для дослідження оптичної густини диму в приміщенні лабораторії встановлюється на спеціальному штативі на висоті 1,7 м від рівня підлоги.

Довжина приміщення становить 7 м, а його висота і ширина у просвіті 2,4 м, і 4,5 м відповідно. Отже, об'єм цього приміщення дорівнює:

$$V = a \cdot b \cdot h = 7 \cdot 4,5 \cdot 2,4 = 75,6 \text{ м}^3$$

Якщо, врахувати площу підвалу відповідно до ДБН, яка повинна становити не більше  $500 \text{ м}^2$ , відповідно об'єм буде близько  $1200 \text{ м}^3$  [9].

При реальному наведеному об'ємі підвалу геометричний масштаб моделювання становить 1:16.



**Рисунок 2** Схема розміщення приладу для дослідження оптичної густини диму і термоперетворювачів (вид збоку):

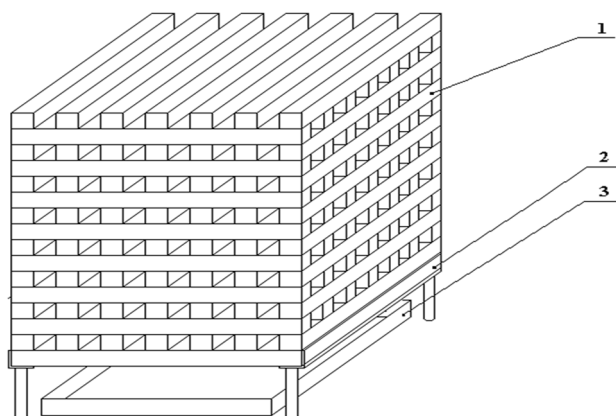
1 – прилад для дослідження оптичної густини диму; 2 – макетне вогнище пожежі; 3 – вхідний отвір; 4 – вихідний отвір; 5 – металеві двері; 6 – оглядове вікно з термостійким склом; 7 – осьовий електричний вентилятор продуктивністю  $1070 \text{ м}^3/\text{год}$ ; 8 – посудина з розчином води та ПАР під тиском; 9 – насадка-розпилювач; термоперетворювачі: Т-1 і Т-2 (замір температури від підлоги на висоті 110 см), Т-3 і Т-4 (замір температури на висоті 188 см), Т-5 і Т-7 (замір температури на висоті 236 см), Т-6 (замір температури на висоті 160 см); отвори в стіні для забору проб газопогоди: Г-1 (забір проби від рівня підлоги на висоті 50 см), Г-2 (забір проби від рівня підлоги на висоті 100 см), Г-3 (забір проби від рівня підлоги на висоті 150 см)

Макетне вогнище пожежі розміщується в кутку приміщення лабораторії на відстані 6 м від вхідного отвору та 3 м від вихідного отвору та відступаємо від стін по 1 м.

Макетне вогнище пожежі – загальною вагою 50 кг, яке створюємо з:

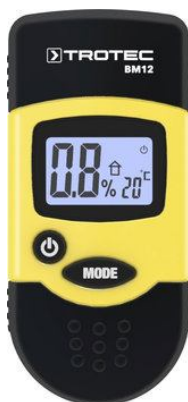
- брусків із деревини, вагою 25 кг, вологість брусків має бути у межах 12 – 16 %. Бруски складають шарами у вигляді решітки (рис. 3). Зверху на них складаємо:
- гумотехнічні вироби – 5 кг (автомобільна шина);
- папір – 5 кг;
- бавовну та вироби з неї – 10 кг;
- каучук синтетичний – 2 кг;
- дизельне паливо – 3 кг.

Макетне вогнище встановлюємо на бетонних блоках на висоті  $200 \pm 10$  мм над рівнем підлоги у приміщенні лабораторії. Для підпалювання під макетним вогнищем розташовуємо сталеве деко розміром ( $635 \times 635 \times 100$  мм). Перед випробуванням в деко (модельне вогнище 3А) наливаємо  $3,0 \text{ л} \pm 0,2$  л дизельного пального, за ДСТУ 3868-99 [5].



**Рисунок 3** – Дерев'яна частина макетного вогнища пожежі класу "А" у вигляді решітки:  
1 – штабель з дерев'яних брусків; 2 – опори; 3 – деко для підпалювання штабеля

Для визначення вологості брусків із деревини використовуємо прилад Trotec BM12 (рис. 4).



**Рисунок 4** – Загальний вигляд приладу для визначення вологості деревини Trotec BM12

Для визначення маси матеріалів та речовин, із яких створюється макетне вогнище пожежі, використовують вагу: ТВЕ 150/С4 на 150кг 4 класу точності рис. 5.



**Рисунок 5** – Загальний вигляд ваги ТВЕ 150/С4

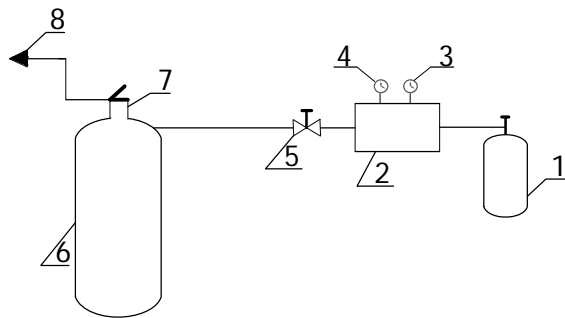
Потужність електровентилятора забезпечує рух повітряного потоку всередині приміщення з витратою диму (продуктів горіння) до 0,297 м<sup>3</sup>/с.

Для забору та аналізу проб газового середовища використовується портативний багатоканальний газоаналізатор Scott Protege (рис. 6) разом з насосом та шприцом, які входять в його комплектність.



**Рисунок 6** – Загальний вигляд портативного багатоканального газоаналізатора Scott Protege

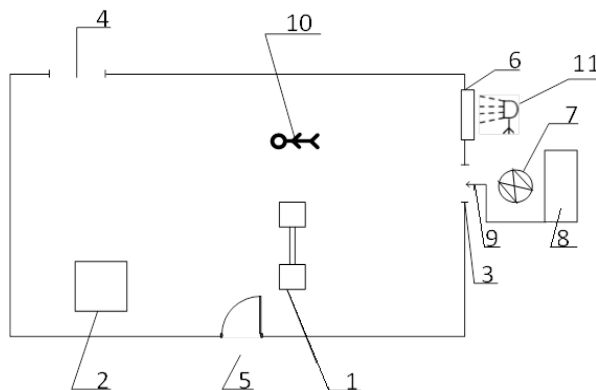
Подача тонкорозпиленого водного струменя вогнегасних речовин проводиться за схемою, яка показана на рис.7 .



**Рисунок 7**– Схема подавання тонкорозпиленого водного струменя вогнегасних речовин:

1 – балон зі стисненим повітрям ( $P_1 = 200 \text{ кг.с/см}^2$ ); 2 – редуктор; 3 – манометр для показання тиску у балоні зі стисненим повітрям; 4 – манометр для показання вторинного тиску повітря ( $P_2 = 4 \text{ кг.с/см}^2$ ); 5 – запірний вентиль; 6 – посудина ( $V = 10 \text{ дм}^3$ ) з розчином води та ПАР під тиском; 7 – запірно-пусковий пристрій; 8 – насадка-розпилювач

На рис. 8 зображено план-схему приміщення лабораторії, на якій показано розміщення манекена людини та електричного ліхтаря з лампочкою потужністю 21 Вт.



**Рисунок 8** – План-схема розміщення манекена людини та електричного групового ліхтаря: 1 – прилад для дослідження оптичної густини диму; 2 – макетне вогнище пожежі; 3 – вхідний отвір; 4 – вихідний отвір; 5 – металеві двері; 6 – оглядове вікно з термостійким склом; 7 – осьовий електричний вентилятор продуктивністю  $5000 \text{ м}^3/\text{год}$ ; 8 – резервуар об'ємом 10 л з розчином води та ПАР під тиском; 9 – насадка-розпилювач; 10 – манекен людини; 11 електричний ліхтар

### **Послідовність методики проведення випробувань:**

1) Встановлюємо обладнання, як показано на рис. 2 та 8. Вмикаємо та перевіряємо його справність.

2) Готуємо приміщення лабораторії до макетної пожежі.

3) Розташовуємо манекен людини на підлозі приміщення лабораторії на відстані 3 м від оглядового вікна з термостійким склом, електричний ліхтар закріплюємо на штативі на висоті 0,8 м від підлоги таким чином, щоб промінь світла падав (був спрямований) зверху на тулуб манекена людини.

4) Підпалювання макетного вогнища здійснюємо електронагрівальним пристроєм з дистанційним керуванням.

5) Приміщення макетної пожежі прогріваємо 15-20 хв до досягнення середньооб'ємної температури не менше як 200 °С. Температуру контролюємо за допомогою термоперетворювачів, як показано на рис 2.

6) Відкриваємо вхідний отвір розміром 0,3 м ? 0,3 м = 0,09 м? та вихідний отвір розміром 0,6 м ? 0,6 м = 0,36 м?:

6.1. Вмикаємо осьовий електричний вентилятор і продукти згоряння видаляються в атмосферу;

6.2. Вмикаємо осьовий електричний вентилятор з одночасною подачею дрібнодисперсної води від резервуара з водою під тиском через насадку-розпилювач, яка встановлюється перед вентилятором. Далі продукти згоряння видаляємо в атмосферу;

6.3. Вмикаємо осьовий електричний вентилятор з одночасною подачею дрібнодисперсної води від резервуара з водою та ПАР (розчин піноутворювача загального призначення (Барс S1) у відсотковому відношенні ( 0,1 %; 0,3 %; 0,5 %; 0,7 %; 0,9%) під тиском через насадку-розпилювач, яка встановлюється перед вентилятором. Далі продукти згоряння видаляємо в атмосферу.

6.4. Вмикаємо осьовий електричний вентилятор з одночасною подачею дрібнодисперсної води від резервуара з водою та ПАР (розчин півкоутворювального піноутворювача спеціального призначення (Барс AFFF-1) у відсотковому відношенні (0,05 %; 0,075 %; 0,1 %; 0,25 %; 0,5 %) під тиском через насадку-розпилювач, яка встановлюється перед вентилятором. Далі продукти згоряння видаляємо в атмосферу.

7) Під час проведення експериментів фіксуємо: тривалість горіння, зміну температури та **оптичної густини диму**: 1 – за допомогою приладу для дослідження оптичної густини диму; 2 – за допомогою електроліхтаря. Відлік часу з кроком 30 секунд починаємо з 10 хвилини горіння макетного вогнища, не враховуючи часу розпалювання, що дорівнював 4 хв.

8) Проводимо вентиляцію поки температура не знизиться до + 60 °С а видимість, згідно з приладом для дослідження оптичної густини диму ( $170 \pm 30$  мВ), не відповідатиме візуальній видимості манекена людини, який лежить на підлозі. Далі починається гасіння.

9) Очищуємо приміщення лабораторії від залишків макетного вогнища.

**Висновок.** На підставі розробленої методики з визначення параметрів небезпечних чинників пожежі в об'ємах приміщень будуть проведені експериментальні дослідження в лабораторії ЛДУБЖД з метою зниження температури та збільшення оптичної густини диму до параметрів, які забезпечують проведення аварійно-рятувальних робіт ланками ГДЗС під час гасіння пожеж в підвальних та цокольних приміщеннях житлових будівель.

### **Список літератури:**

1. ДСТУ 3789-98 Піноутворювачі загального призначення для гасіння пожеж. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
2. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров / Д. Драйздейл //– М.: Стройиздат, 1990. – 424 с.
3. Лыков А.В. Теплообмен (Справочник) / А.В. Лыков // – М.: Энергия, 1980. – 580 с.
4. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика / Г.Н. Абрамович// – М.: Наука, 1969. – 824 с.

5. ДСТУ 3868-99 Паливо дизельне. Технічні умови.
6. Вулис Л.А. Теория струй вязкой жидкости / Л.А. Вулис // – М.: Наука, 1960.
7. Астапенко В.М. Термогазодинамика пожаров в помещениях / В. М. Астапенко, Ю. А. Кошмаров, И. С. Молчадский, А. Н. Шевляков ; Под ред. Ю. А. Кошмарова, 447,[1] с. : ил. 21 см, М. Стройиздат 1988.
8. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении / Кошмаров Ю.А.// – Учебное пособие. – М.:Академия ГПС МВД России, 2000 г.,
9. Довідник керівника гасіння пожежі / Державна служба України з надзвичайних ситуацій
10. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005. – [На заміну СНиП 2.08.01-89; чинні від 2006-01-01]. – К.: Мінбуд України, 2005.
11. Патент на корисну модель «Прилад для вимірювання оптичної густини диму».
12. Наказ МНС України від 16.12.2011 №1342 «Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України».
13. Луц В.І. Підвищення ефективності застосування переносних пожежних димовсмоктувачів/ В.І. Луц, О.В. Лазаренко, Н.О. Штангрет // Збірник наукових праць «Пожежна безпека» ЛДУБЖД. – 2016. – Вип. 28.

#### **References:**

1. DSTU 3789-98 Foam generators of general purpose for extinguishing fires. General technical requirements and test methods.
2. Dreisdale D. Introduction to the dynamics of fires / D. Draisdale // – Moscow: Stroizdat, 1990. – 424 p.
3. Lykov A.V. Heat and mass transfer (Reference book) / A.V. Lykov // – Moscow: Energy, 1980. – 580 p.
4. Abramovich G.N. Applied gas dynamics / G.N. Abramovich // – Moscow: Nauka, 1969. – 824 p.
5. DSTU 3868-99 Diesel fuel. Specifications.
6. Vulis L.A. The theory of jets of a viscous fluid / L.A. Vulis // – Moscow: Nauka, 1960.
7. Astapenko V.M. Thermal gas dynamics of fires in premises / V.M. Astapenko, Yu. A. Koshmarov, I. S. Molchadsky, A. N. Shevliakov; Ed. Yu. A. Koshmarova, 447, [1] p. : il 21 cm, M. Stroyizdat 1988.
8. Koshmarov Yu.A. Forecasting of hazardous factors of fire in the room / Koshmarov Yu.A.// – Training aid. – Moscow: Academy of Internal Affairs of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2000,
9. Directory of Fire Extinguishing Director / State Service of Ukraine for Emergency Situations
10. State building norms of Ukraine. Buildings and structures. Residential buildings. Main provisions: DBN V.2.2-15-2005. – [to the exclusion of SNiP 2.08.01-89; valid from January 1, 2006]. – К .: Minstroy of Ukraine, 2005.
11. Patent for the utility model "Apparatus for measuring the optical density of smoke".
12. Order of the Ministry of Emergencies of Ukraine dated 16.12.2011 №1342 "Guidelines for the organization of gas-disability service in the units of the Rescue Service of Civil Protection of the Ministry of Emergencies of Ukraine".
13. Lushch V.I. Improving the efficiency of the use of portable fire extinguishers / V.I. Lushch, O.V. Lazarenko, N.O. Shahnrrret // Collection of scientific works "Fire Safety" LSULS – 2016. – Iss. 28

