

Удосконалення установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу

К. М. Остапов, І. К. Кириченко, Ю. М. Сенчихін, В. В. Сировий,
Д. В. Воронцова, А. С. Беліков, О. Г. Карасьов, Г. О. Клименко,
К. А. Рибалка

Встановлено, що гасіння пожеж гелеутворюючими складами є перспективним напрямом підвищення ефективності гасіння, особливо в багатопверхових будівлях і спорудах різного функціонального призначення, оскільки дозволяє запобігти побічним збиткам від zalivanja нижніх поверхів.

Для оперативного гасіння пожеж в житлових і промислових спорудах запропоновано нова установка пожежогасіння гелеутворюючими складами. У ній за рахунок використання колінчастого подовженого ствола зі спеціальним змішувачем та розпилювачем досягається раціональне використання вогнегасної здатності гелеутворюючих складів. Ця нова установка дозволяє здійснювати гасіння гелеутворюючими складами з відстані 3–5 м до осередку пожежі, забезпечуючи безпеку пожежного-рятувальника.

Сконструйовано, виготовлено і апробовано натурний зразок оригінального двох колінчастого ствола-розпилювача ранцевої установки. При проведенні експериментальних досліджень доведено, що його використання завдяки компактності в складеному стані і простоті розгортання в робоче положення, забезпечує зручність транспортування і оперативність задіяння в швидко змінних умовах пожежі, особливо в будинках підвищеної поверховості.

З подаванням гелеутворюючих складів у дрібнорозпиленому вигляді, досягається зниження їх витрати для гасіння вогнища, у порівнянні з раніше запропонованими технічними рішеннями, у 1,5 рази.

Для визначення ефективного значення дисперсності і інтенсивності розпилення гелеутворюючих складів в математичних моделях витрати на гасіння модельного вогнища та часу його гасіння використані поліноми другого ступеня. Невідомі коефіцієнти визначені стандартним методом найменших квадратів. В результаті були визначені раціональні значення діаметра крапель (1 мм) і інтенсивності подачі (0,6 л/с) гелеутворюючих складів, що забезпечило технічний оптимум їх використання. Таким чином було встановлено, що параметри гасіння модельного вогнища ІА дрібнорозпиленими гелеутворюючими складами відповідають сумарному витраті в 2,5 кг, що в 3,5 рази менше в порівнянні з водою

Ключові слова: гелеутворюючі склади, подовжений ствол, установка гасіння, дрібнорозпилений струмінь, модельне вогнище

1. Вступ

З початку 1990-х років у світі з застосуванням води ліквідувалося близько 82 % пожеж [1]. Рідинні засоби пожежогасіння на основі води знайшли най-

більш поширене застосування завдяки доступності та зручності транспортування до місця пожежі. До того ж вода сприяє широким можливостям використання різних технічних засобів і тактичних прийомів, що забезпечують безпечну роботу особового складу пожежних [2].

Однак слід особливо підкреслити, що незважаючи на всі переваги води, вона має істотний недолік, який полягає у великих її втратах при стіканні з похилих поверхонь та марного заливання нижче розташованих об'єктів, що в підсумку знижує її вогнегасну ефективність [3].

Застосування води та її розчинів для гасіння шляхом дистанційної подачі в осередок пожежі компактними або розпиленими струменями дозволяє подолати відповідні відстані і сприяє гасінню пожеж у важкодоступних місцях [4]. Проте близько 90 % всього її об'єму зазвичай марно витрачається, не беручи участі в процесі гасіння і призводячи до побічних збитків від заливання нижніх поверхів [5]. Більш того, без користі витрачена вода вимагає додаткової кількості особового складу пожежних, а головне – додаткового часу, який неприпустимо марнується при пожежогасінні в багатоповерхових будівлях [6].

Суттєво зменшити втрати вогнегасної речовини (ВГР) (в тому числі і води), прямі і побічні збитки її використання, дозволяє застосування гелеутворюючих сполук (ГУС) [7]. При застосуванні ГУС на поверхні об'єкту пожежогасіння створюється вогнезахисний шар гелю, що досить міцно самозакріплюється на похилих і вертикальних поверхнях, а це, в порівнянні з використанням тільки однієї води, значно зменшує втрати ВГР [8].

Іншою перевагою ГУС є висока вогнезахисна дія, обумовлена охолоджуючим впливом води, що міститься у гелі. Причому, після випаровування всієї води з гелевого шару утворюється пористий шар висушеного ксерогелю, який перешкоджає повторному займанню.

Актуальність роботи викликана потребою подальшого розвитку технічних засобів з доставки гелеутворюючих сполук в осередок пожежі для підвищення ефективності їх застосування при гасінні пожеж в будівлях та спорудах.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Застосування ГУС дає можливість здійснювати гасіння за рахунок використання основних механізмів припинення горіння, а саме: ізоляції горючої речовини в зоні горіння, а також охолодження зони та горючої речовини [9]. В роботі [10] визначено позитивні властивості, що пов'язані з ефективністю гасіння пожеж ГУС, які суттєво впливають на гасіння. Одним з основних показником ефективності пожежогасіння гелеутворюючими складами є їх показник вогнегасної здатності. Дійсно, при гасінні твёрдих горючих матеріалів цей показник у ГУС, визначаючись співвідношенням маси вогнегасної речовини, що припадає на одиницю площі модельного вогнища пожежі, значно нижче, чим при використанні води [11]. Хоча тут треба додати, що суттєвий вплив на вогнегасну здатність гасіння гелеутворюючими складами впливає діаметр розпилених крапель ГУС та інтенсивність їх подачі, що раніше не враховувалося.

В роботі [12] для застосування ГУС була розроблена портативна установка гасіння гелеутворюючими сполуками. Розчини компонентів гелеутворюючих спо-

лук в цій установці розмішені у двох ємкостях. Тиск у ємкостях приладу створюється за допомогою балону зі стисненим повітрям. Забезпечення постійного значення тиску у ємкостях здійснюється редуктором прямої дії, що дає можливість регулювати тиск у межах $(0,4 \div 0,58)$ МПа. Ручний ствол-змішувач регулює масову подачу вогнегасної речовини у межах $(0,18 \div 0,22)$ кг/с. Кут розпилу регулюється у межах $4 \div 90^\circ$ шляхом заміни дефлекторів у стволі-розпилювачі. Повітря та водні розчини подаються за допомогою системи гнучких шлангів із внутрішнім діаметром 8 мм. Вогнегасна здатність ГУС при гасінні портативною установкою гасіння гелеутворюючими сполуками, модельного вогнища 1А (загальна площа 6 м^2) складає 1 кг/м^2 , що на $0,5 \text{ кг/м}^2$ краще показника гасіння водою. Одним з недоліків запропонованої установки є використання ствола-змішувача, який дозволяв здійснювати подачу ГУС тільки компактним струменем, що призводить до надмірної їх витрати і не дозволяє їх використовувати максимально ефективно.

В роботі [12] для підтвердження теоретичних розрахунків та результатів випробувань, щодо застосування ГУС для гасіння пожеж у квартирах, розроблена та виготовлена автономна установка гасіння гелеутворюючими складами (АУТГУС). Подача компонентів ГУС в якій, відбувається через окремі розпилювачі, що дає змогу, у разі необхідності, по чергово використовувати один розпилювач. Сумарна одночасна масова подача обох розпилювачів встановлена у межах $0,11 \div 0,13$ кг/с. Вогнегасна здатність ГУС при гасінні установкою АУТГУС модельного вогнища 1А складає $0,75 \text{ кг/м}^2$, що в 2 рази краще за показник гасіння водою. Однак ця установка потребує розпилення ГУС двома окремими пристроями, що не дозволяє одному оператору достатньо точно подати ГУС на гасіння – основний недолік даного технічного засобу.

В роботі [13] при проведенні досліджень впливу режимів подачі ГУС на результати пожежогасіння була розроблена автономна установка гасіння гелеутворюючими сполуками АУТГОС – П. В якості її каркаса використано каркас від протигаза фірми “Drager” (Німеччина). До каркасу кріпилися дві пластмасові ємності по 8 л і балон зі стисненим повітрям об’ємом 6,8 л. З метою забезпечення постійного тиску в ємкостях з компонентами ГУС ($0,3$ МПа) використовувався редуктор прямої дії. Компоненти ГУС і повітря подавалися через систему гнучких шлангів з внутрішнім діаметром $(5 \div 8)$ мм. Установка мала регульовану витрату компонентів ГУС в межах $(5 \div 12)$ кг/хв. Для забезпечення швидкого відкриття і закриття кранів при подачі рідин і газів використовувалися пристрої пістолетного типу, які забезпечували можливість як окремого, так і спільного подавання компонентів ГУС. В установці АУТГОС – П стиснене повітря подавалося в розпилювачі під тиском $0,3$ МПа, тим самим забезпечуючи пневматичний розпил. Для цього в установці використовувалися форсунки пневматичного розпилювача СО – 71 (ФІЗТЕХ, Росія), які дозволяли варіювати кут факела розпиленого струменя в межах $4 \div 90^\circ$. Таким чином установка АУТГОС – П здійснювала подавання ГУС в дрібнодисперсному стані. Вогнегасна здатність ГУС при гасінні установкою модельного вогнища 1А складала $0,5 \text{ кг/м}^2$, що в 3 рази краще показника гасіння водою. Однак ця установка мала істотні недоліки: небезпечну для пожежогасіння відстань подавання ГУС дистанцією в 1 метр та використання для утворення розпиленого струменя компонент ГУС – стисненого повітря.

В роботі [14] для реалізації використання ГУС на практиці розроблена автономна установка гасіння гелеутворюючими сполуками АУТГУС – М. Установка містить несучий каркас, де встановлено дві ємкості по 50 літрів для компонент ГУС і два балона зі стисненим повітрям, які об'єднані редуктором прямої дії. Причому компоненти ГУС, що містяться в ємностях під тиском стислого повітря, завдяки системі сполучних гнучких шлангів знаходяться і в стволах-розпилювачах, які мають по одному крану для їх закриття і відкриття, що пов'язано з окремою або спільною подачею компонент ГУС на об'єкт пожежогасіння.

Ця установка обладнана системою наведення стволів-розпилювачів на об'єкт пожежогасіння з верифікацією за кутами нахилу до горизонту, кутами відхилення, висоті й базовій ширині симетричного розміщення і фіксації стволів-розпилювачів. Установка відповідає вимогам щодо безпеки її розміщення відстані до осередку пожежі, але дозволяє здійснювати подавання компонент ГУС тільки компактними та плоско-радіальними струменями, що знижує вогнегасну здатність ГУС. Вона при гасінні установкою АУТГОС – М, модельного вогнища 1А, складає $0,6 \text{ кг/м}^2$, що лише в 2 рази краще за гасіння аналогічного осередку пожежі водою. Габарити, вага, залучення декількох рятувальників (мінімум 3 особи) та спеціальної техніки для транспортування до місця гасіння пожежі є недоліками даної установки.

Підсумовуючи викладене можна зробити висновок, що взагалі існують засоби пожежогасіння гелеутворюючими сполуками. В звісних умовах вони забезпечують пожежогасіння дрібнорозпиленими струменями з невеликих, небезпечних для пожежного-рятувальника відстаней, а також, – компактними та плоско-радіальними струменями з декілька більших відстаней. Але це відбувається з не завжди достатньою ефективністю їх використання, що пов'язано з завищеними витратами компонент ГУС [15]. Таким чином, науково-технічна проблема полягає в обґрунтованій розробці негабаритних технічних засобів пожежогасіння дрібно-розпиленими гелеутворюючими струменями з безпечних для рятувальника відстаней. Природно, ця проблема може бути вирішена тільки шляхом розроблення нових установок пожежогасіння гелеутворюючими сполуками з врахуванням вимог щодо безпеки праці та раціонального використання компонент ГУС.

3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є удосконалення установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом, яка дозволяє здійснювати гасіння з безпечної для рятувальника відстані за умови забезпечення оптимальної дисперсності та інтенсивності струменю гелеутворюючих складів.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

– обґрунтувати основні шляхи створення фізичної моделі (зразка) ранцевої установки пожежогасіння дрібнорозпиленими струменями гелеутворюючих складів з раціональними значеннями дисперсності їх крапель при різній інтенсивності подачі, що забезпечує безпеку ефективного пожежогасіння;

– провести дослідження параметрів установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу.

4. Принцип дії установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом

Для реалізації подачі дрібнорозпиленого струменя ГУС з безпечної для рятувальника відстані, розроблено нову конструкцію установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу, конструкція якої зображена на рис. 1. В основу її конструювання поставлено завдання зменшення витрат ГУС з одночасним забезпеченням безпечної дистанції від пожежного рятувальника до осередку пожежі (для переносних засобів пожежогасіння мінімум 3 м). Поставлене завдання вирішується шляхом використання в новій установці подовженого ствола, який містить трубки для магістрального паралельного подання рідинних компонент ГУС і встановленого на їх вихідних кінцях об'єднувального насадка-змішувача з розпилювачем. При цьому для подовження ствола його виготовлено у вигляді 2–3-х колінчастої конструкції. Вихідні кінці якої об'єднані насадком-змішувачем з розпилювачем, де потоки рідинних компонент ГУС з'єднуються та подрібнені розпилювачем їх краплі подаються на осередок пожежі.

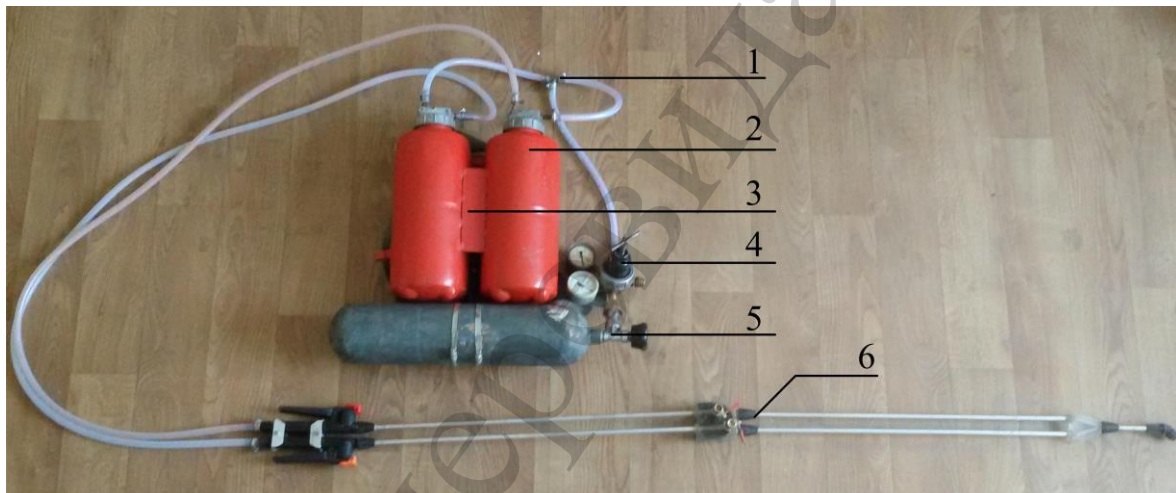


Рис. 1. Установка гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу: 1 – система сполучних гнучких шлангів; 2 – ємності з розчинами ГУС; 3 – рама установки; 4 – редуктор з показчиками тиску (манометрами); 5 – балон зі стисненим повітрям; 6 – подовжений колінчастий ствол

Основним елементом нової установки гасіння гелеутворюючими складами є подовжений колінчастий ствол-змішувач з розпилювачем (рис. 2), що дозволяє змінювати дисперсність струменю ГУС. Він містить:

- трубки магістралей подання компонент ГУС (1, 2);
- на їх вихідних кінцях спеціальний насадок-змішувач з розпилювачем (3), що дозволяє варіювати дисперсність розпилення ГУС в межах 0,5–5 мм. При цьому для подовження ствола його виготовлено у вигляді двох трубчастих магістралей як 2–3-х колінчаста конструкція (4–6) з довжиною коліна в 1 м.

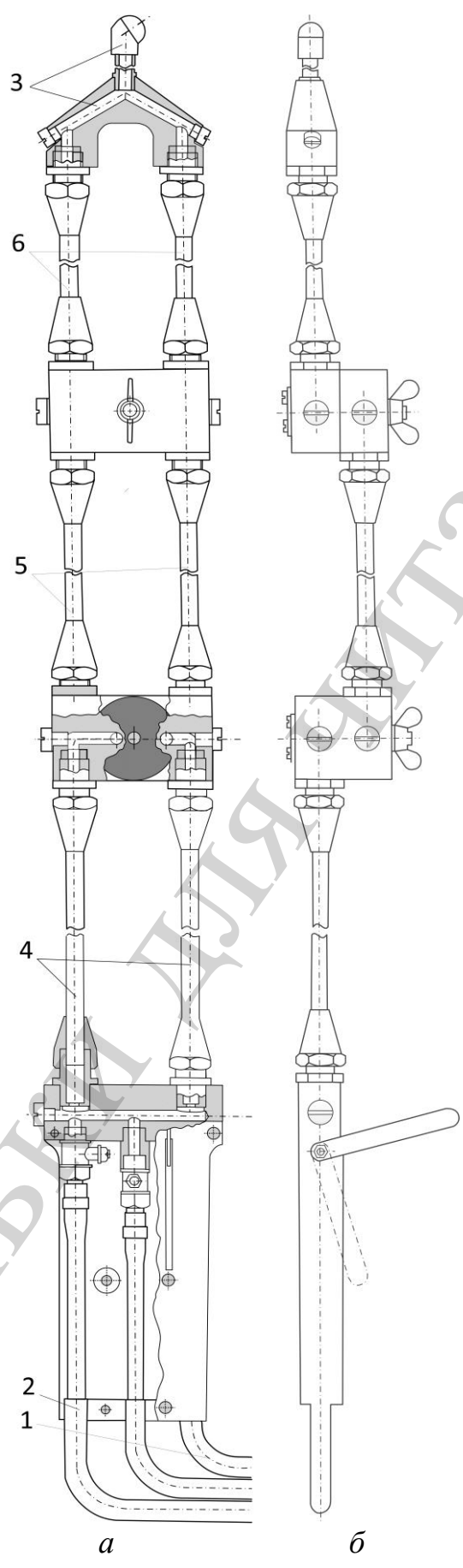


Рис. 2. Подовжений колінчастий ствол установки гасіння гелеутворюючими складами: *а* – фронтальна проекція; *б* – профільна проекція

Принцип роботи установки полягає в наступному.

За рахунок балону зі стисненим повітрям та редуктора, в ємностях з компонентами ГУС забезпечується постійне значення тиску в 4 МПа. В результаті при натисканні рукоятки ствола здійснюється подання двох незалежних струменів компонент ГУС паралельно по трубках (1, 2) колінчастого ствола. В подальшому відбувається їх змішування у спеціальному насадку-змішувачу та подаванням на гасіння через розпилювач (3) дрібнорозпиленого струменю ГУС.

Застосування установки гасіння з подовженим стволом колінчастого типу дозволяє здійснювати подачу дрібнорозпиленого струменя ГУС з відстані в 3–5 м, тим самим реалізуючи безпечність роботи рятувальника. Використання в конструкції розпилювача дозволяє змінювати розмір крапель ГУС, а це значно спрощує проведення експериментів, щодо визначення оптимального значення дисперсності ГУС. Компактність в складеному стані і простота розгортання в робоче положення, забезпечує зручність транспортування і оперативності задіяння в швидко змінних умовах пожежі.

5. Методика досліджень параметрів установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом

Визначення оптимального значення дисперсності та інтенсивності розпилення ГУС проводилось при порівняльних випробуваннях з гасіння модельних вогнищ 1А, що визначалася вогнегасною здатністю.

В ході попередніх дослідів розмір крапель оцінювався візуально, шляхом розгляду під мікроскопом зразка гідрофобного матеріалу (тефлону) з напиленням на його поверхню вогнегасної речовини (рис. 3). Для полегшення проведення спостережень розчини підфарбовувалися барвником.

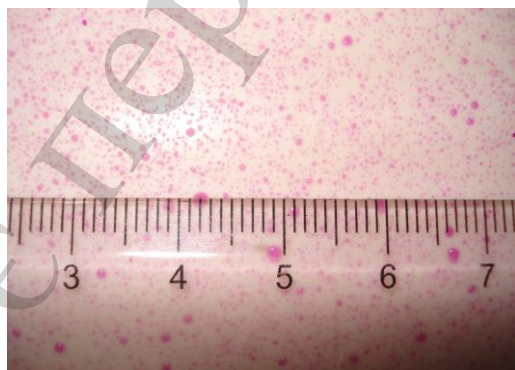


Рис. 3. Фото крапель вогнегасної речовини, отриманих при гідравлічному розпилювання на гідрофобну поверхню

Підготовка установки до роботи полягає у заповненні ємностей водними розчинами компонентів ГУС через верхні заливні горловини та закачування повітря у балон високого тиску до створення тиску у 20 МПа.

Випробування проводилось на модельних вогнищах 1А, які являють собою штабель з 72 дерев'яних брусків, укладених в 12 шарів по 6 у кожному, з перерізом у вигляді квадрату зі стороною 40 мм. Для виготовлення модельних вог-

нищ використовувалися заготовки з деревини сосни звичайної з вологістю у межах $(10 \div 14) \%$. Штабель розміщувався на металевій стійці з сталевих кутів розміром $500 \times 40 \times 4$ мм, на відстані від поверхні підлоги 400 мм. Для підпалювання під штабель встановлювалось металеве деко для пального розміром $400 \times 400 \times 100$ мм. Деко встановлювалось горизонтально, покривалося шаром води товщиною 20 мм та після чого до нього заливалось 1 л бензину А-80. Випробування проводились при швидкості вітру навколо модельного вогнища $(1 \div 2)$ м/с, при температурі повітря 19°C , температурі води, пального та водних розчинів компонентів гелеутворюючого складу 18°C .

Для проведення випробувань у двох окремих мірних ємностях готувалися водні розчини компонентів гелеутворюючого складу, що за масовим вмістом сухих речовин відповідають оптимізованому складу.

Приготовлені розчини заливалися в установку гасіння гелеутворюючими складами. Після чого підпалювалось модельне вогнище. Через 480 ± 5 с вільного горіння з навітряного боку розпочиналася подача гелеутворюючого складу. Для забезпечення безпеки пожежного-рятувальника гасіння модельного вогнища здійснювалось з відстані 3–5 м безперервним струменем (рис. 3). Інтенсивність розпилення гелеутворюючих складів регулювався зміною тиску установці.

Фіксувалася тривалість гасіння, що дорівнює проміжку часу від початку подавання розчину до припинення горіння. Результат вважався позитивним, якщо гасіння тривало до 40 с, та протягом 600 с після закінчення гасіння не спостерігалася поява полум'я. Маса вогнегасної речовини, витраченої на гасіння, визначалася шляхом зважування установки до початку гасіння і після нього.



Рис. 4. Гасіння модельного вогнища 1А установкою гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу

Результати по гасінню модельного вогнища класу А представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати випробувань гасіння модельного вогнища 1А установкою гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу

№ дос- ліду	Діаметр кра- пель ГУС d, мм	Інтенсивність подачі ГУС I, кг/с	Маса ГУС ви- траченої на га- сіння модельно- го вогнища m, кг	Час гасіння мо- дельного вог- нища t, с
1	1	0,3	3	25
2	2	0,3	3,5	30
3	3	0,3	3,5	35
4	4	0,3	4	40
5	1	0,4	3	20
6	2	0,4	3,5	25
7	3	0,4	3,5	30
8	4	0,4	4	35
9	1	0,5	2,8	15
10	2	0,5	3,3	20
11	3	0,5	3,1	25
12	4	0,5	3,8	33
13	1	0,6	2,5	20
14	2	0,6	3,1	23
15	3	0,6	3,3	24
16	4	0,6	3	30

6. Результати дослідження параметрів установки пожежогасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом

Математичні моделі витрат маси ГУС на гасіння модельного вогнища та часу гасіння модельного вогнища представлено у вигляді полінома другого ступеня, невідомі коефіцієнти якого визначено з використанням методу найменших квадратів. Отримано наступні функціональні залежності:

– маса ГУС, [кг]:

$$y = 1.485 + 0.66575 \cdot x_1 + 5.3875 \cdot x_2 - 0.04375 \cdot x_1^2 - 0.41 \cdot x_1 \cdot x_2 - 6.875 \cdot x_2^2;$$

– x_1 час гасіння, [с]:

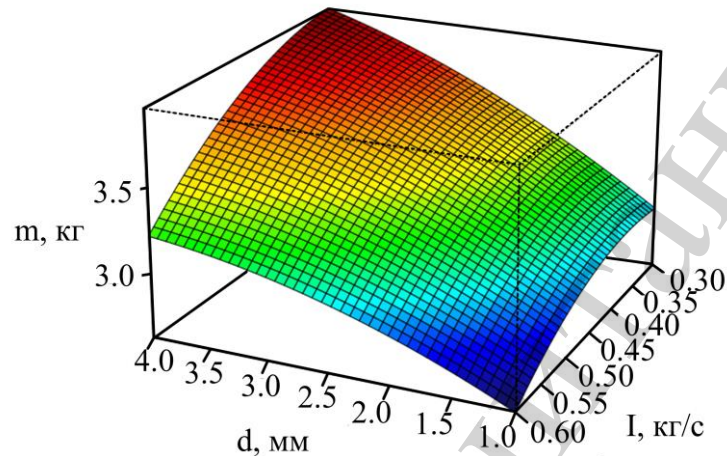
$$y = 53.025 + 5.035 \cdot x_1 - 152 \cdot x_2 + 0.375 \cdot x_1^2 - 4.8 \cdot x_1 \cdot x_2 + 150 \cdot x_2^2.$$

В наведених залежностях, які графічно зображено на рис. 4, параметр x_1 – діаметр крапель ГУС, мм; x_2 – інтенсивність подачі ГУС, кг/с.

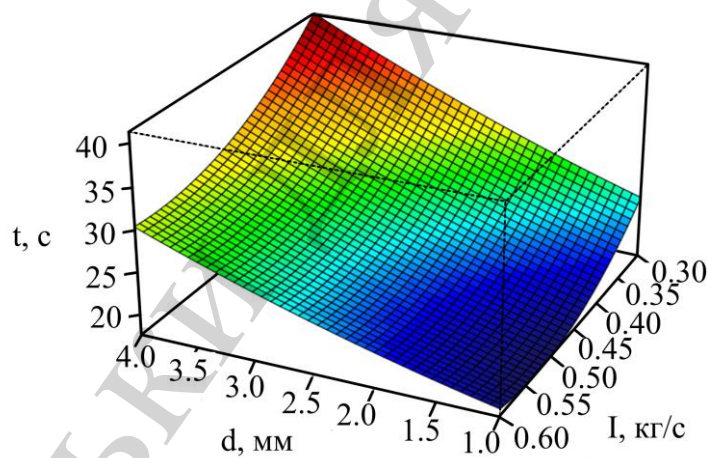
Використання проведених розрахунків в системі R дозволило оцінити значимість всіх коефіцієнтів регресії за критерієм Стюдента при рівні значимості

$\alpha=0.01$ і числі степенів свободи $N_0=10$. Довірчий інтервал склав ± 0.125 кг для відхилення маси ГУС та ± 0.93 с для часу гасіння модельного вогнища.

Отримані моделі перевірено на адекватність за критерієм Фішера (F -критерій) при рівні значимості $\alpha=0.01$. Розрахункове значення F -критерію склали 16.55 та 77.86 для двох моделей відповідно, що суттєво більше табличного значення $F_*=5.67$ для рівня значимості $\alpha=0.01$ та ступенів свободи $\kappa_1=4$, $\kappa_2=11$. Отже, всі побудовані моделі є адекватними з гарантією 99.0 %.



a



б

Рис. 4. Графіки функціональних залежностей: *a* – витрати маси ГУС на гасіння модельного вогнища; *б* – витрата часу на гасіння модельного вогнища

Використання як наведених моделей, так й табличних даних випробувань гасіння модельного вогнища 1А, дозволяє визначити раціональні значення розміру крапель 1 мм та інтенсивності розпилення ГУС 0,6 кг/с.

7. Обговорення результатів роботи установки пожежогасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом

Як відомо, основними механізмами припинення горіння є: охолодження зони горіння або палаючої речовини, розбавлення речовин, що беруть участь в горінні, ізоляція горючих речовин від зони горіння, інгібування хімічної реакції окислення. Гелеутворюючі складки в тій чи іншій мірі володіють усіма механізмами припинення горіння. Так як основну частину таких складів представляє вода, то їм властиво висока охолоджуюча дія. При випаровуванні ГУС утворюються пари води, які забезпечують ефект розбавлення. Після випаровування води з шару гелю утворюється шар ксерогеля, який проявляє ізолюючу дію. До складу гелеутворюючої композиції можливе введення інгібіторів горіння, що дозволяє збільшити вогнегасну дію таких складів. Таким чином організація гасіння пожеж із застосуванням гелеутворюючих сполук вважається досить перспективним напрямком, особливо в багатоповерхових будівлях і спорудах різного функціонального призначення.

Існуючі засоби пожежогасіння гелеутворюючими сполуками забезпечують гасіння дрібнорозпиленним струменями з небезпечної для пожежного рятівника відстані або компактними та плоско-радіальними з безпечної відстані, однак з надмірними витратами компонент ГУС [15]. Враховуючи зазначене, використання існуючих засобів не безпечно та не достатньо ефективно.

Вирішення зазначених питань забезпечується застосуванням установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу. Її конструкція дозволяє здійснювати гасіння ГУС з безпечної для пожежного рятівника відстані в 3–5 м. Компактність в складеному стані і простота розгортання в робоче положення, забезпечує зручність транспортування і оперативності задіяння.

Одним з найважливіших показників ефективності гелеутворюючих складів є їх показник вогнегасної здатності, однак при раніше проведених дослідженнях, вплив на вогнегасну здатність, діаметра крапель та інтенсивності розпилення ГУС не розглядався. Тому для визначення оптимального значення дисперсності та інтенсивності розпилення ГУС проводились порівняльні випробування з гасіння модельних вогнищ 1А, що характеризувало ефективність гасіння в різних режимах роботи. За результатами порівняльних випробувань отримані раціональні значення розміру крапель 1 мм та інтенсивності розпилення ГУС 0,6 кг/с, які дозволи погасити модельне вогнище 1А з витратою гелеутворюючих складів 2,5 кг. Таким чином, застосування розробленої установки дозволяє зменшити втрати гелеутворюючих складів в 1,5 рази в порівнянні з існуючими засобами гасіння ГУС та в 3,5 рази в порівнянні з гасінням водою. Отримані результати дослідження дають підстави вважати перспективним проведення подальшої роботи в цьому напрямку.

Під час практичного впровадження можуть виникнути труднощі з надійністю колінчастої конструкції подовження ствола. Дійсно, під час дослідних випробувань діючого зразка нової установки пожежогасіння було встановлено, що для забезпечення зручності варіювання подовження ствола на практиці доцільно його виготовляти 3-х або 5-ти колінчастим. А також не використовувати

в серійних конструкціях алюмінієвих та полімерних матеріалів, які при тривалому впливу високих температур деформуються. Але ці питання не складно вирішити шляхом застосування сучасних вогнетривких матеріалів. Крім того, колінчастий спосіб подовження ствола може бути замінено на телескопічний, який є зручнішим.

8. Висновки

1. Запропоновано установку гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу для гасіння пожеж в багатоповерхових будівлях. Розглянуто та наведено принцип роботи установки пожежогасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом. Конструктивність удосконаленої установки, дозволяє здійснювати гасіння ГУС з безпечної для пожежного рятувальника відстані в 3–5 метрів та змінювати дисперсність розпилення ГУС, від компактного струменя до крапель розміром в 0,5 мм. Компактність в складеному стані і простота розгортання в робоче положення розробленої конструкції установки, забезпечує зручність транспортування одним рятувальником і оперативності задіяння в швидко змінних умовах пожежі. Таким чином, розроблена конструкція установки зумовлює ефективне її використання на практиці.

2. Проведені експериментальні дослідження щодо встановлення параметрів роботи установки гасіння гелеутворюючими складами з подовженим стволом колінчастого типу. Визначено основні параметри, що дозволяють ефективно здійснювати гасіння ГУС, раціональні значення діаметра крапель 1 мм та інтенсивність розпилення 0,6 кг/с. Встановлено, що такі параметри розпилення гелеутворюючих складів дозволяють отримати їх вогнегасну здатність в 0,42 кг/м². Таким чином, застосування розробленої установки дозволяє зменшити втрати гелеутворюючих складів в 1,5 рази в порівнянні з існуючими засобами гасіння ГУС та в 3,5 рази в порівнянні з гасінням водою.

Література

1. Brushlinsky, N. N., Ahrens, M., Sokolov, S. S., Wagner, P. (2017). World Fire Statistics. International Association of Fire and Rescue Services, 22, 56.
2. Norman, J. (2012). Fire Officers Handbook of Tactics. South Sheridan Road Tulsa. Oklahoma, 311.
3. Dubinin, D., Korytchenko, K., Lisnyak, A., Hrytsyna, I., Trigub, V. (2018). Improving the installation for fire extinguishing with finely-dispersed water. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (10 (92)), 38–43. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.127865>
4. Korytchenko, K., Sakun, O., Dubinin, D., Khilko, Y., Slepuzhnikov, E., Nikorchuk, A., Tsebriuk, I. (2018). Experimental investigation of the fire-extinguishing system with a gas-detonation charge for fluid acceleration. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (5 (93)), 47–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.134193>
5. Chow, W. K., Li, Y. F. (2013). A review on study in extinguishing of room fires by watermist. Journal of Applied Fire Science, 11 (4), 367–403.

6. Pospelov, B., Rybka, E., Meleshchenko, R., Gornostal, S., Shcherbak, S. (2017). Results of experimental research into correlations between hazardous factors of ignition of materials in premises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (90)), 50–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.117789>
7. Galla, S., Stefanicky, B., Majlingova, A. (2017). Experimental Comparison of the Fire Extinguishing Properties of the Firesorb® Gel and Water. *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2017, Ecology, Economics, Education and Legislation*, 17 (51), 439–446. doi: <https://doi.org/10.5593/sgem2017/51/s20.058>
8. Štefanický, B., Poledňák, P., Rantúch, P., Balog, K. (2015). Assessment of wood fire protection effectiveness using blocking gel Firesorb. *Production Management and Engineering Sciences*, 535–538. doi: <https://doi.org/10.1201/b19259-95>
9. Saveliev, D., Khrystych, O., Kirieiev, O., Chyrkina, M. (2018). Binary fire-extinguishing systems with separate application as the most relevant systems of forest fire suppression. *European Journal of Technical and Natural Science*, 1, 31–36.
10. Савченко, А. В., Островерх, О. А., Хмыров, И. М., Ковалевская, Т. М. (2017). Оценочные испытания технологии использования гелеобразующих систем для защиты резервуаров хранения нефтепродуктов от теплового воздействия пожара. *Проблемы пожарной безопасности*, 41, 154–161.
11. Киреев, А. А. (2011). Исследование огнетушащего действия гелеобразующих составов на модельных очагах пожаров класса А из ДВП и ДСП. *Проблемы пожарной безопасности*, 30, 83–88.
12. Савченко, А. В., Островерх, О. А., Семкив, О. М., Холодный, А. С. (2014). Результаты комплексного исследования огнетушащей эффективности гелеобразующих систем для тушения пожаров в жилых зданиях. *Проблемы пожарной безопасности*, 35, 188–193.
13. Абрамов, Ю. А., Киреев, А. А. (2015). Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А. Харьков: НУЦЗУ, 254.
14. Сенчихін, Ю. М., Остапов, К. М., Росоха, С. В., Сировий, В. В., Голендер, В. А. (2017). Пат. № 118440 UA. Установка дистанційного гасіння пожеж гелеутворюювачими складами. № u201701600; заявл. 20.02.2017; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15.
15. Ostapov, K. M., Senchihin, Yu. N., Syrovoy, V. V. (2017). Development of the installation for the binary feed of gelling formulations to extinguishing facilities. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, 14 (132), 75–77. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3891>