

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Щарбака Сергія Миколайовича

«Підвищення ефективності гасіння пожеж в житлових будівлях шляхом удосконалення характеристик системи внутрішнього водопостачання»,

яка подана до захисту в спеціалізовану вчену раду Д 64.707.01 в Національному університеті цивільного захисту України, ДСНС України на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії)

за спеціальністю 21.06.02 - Пожежна безпека

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Згідно з даними організації всесвітнього статистичного обліку висотних будинків «Skyscraperpage» станом на 2019 рік, Україна є однією з країн з найбільшою кількістю висотних будинків у світі. Загальна кількість висотних будинків (з умовною висотою вище 47 м) складає 2395 од. Автодрабини пожежних автомобілів якими озброєні пожежно-рятувальні підрозділи часто не досягають висоти 10-го поверху (27-30 метрів умовної висоти). Для висотних будівель у разі виникнення пожежі це призводить до необхідності прокладання рукавних ліній уздовж сходових маршів та коридорів відповідних поверхів, і чим вище знаходиться осередок пожежі, тим більше потребує часу даний етап пожежогасіння, що призводить до зростання матеріальних збитків і ризику зростання кількості людських жертв. При цьому нерідко збільшення збитку від пожежі відбувається за рахунок використання води в кількості, що значно перевищує необхідну.

Зменшити термін від моменту виявлення пожежі до моменту початку її гасіння покликані пожежні кран-комплекти (ПКК), які є обов'язковими для встановлення в будівлях будь-якого функціонального призначення для певних їх характеристик, а саме функціонального призначення, об'єму, умовної висоти, ступеня вогнестійкості тощо. ПКК дають можливість ввести вогнегасну речовину в осередок пожежі відразу після його виявлення самими мешканцями осель (для житлових будівель) або працівниками відповідних установ (для офісних та промислових приміщень), а конструкція ПКК дозволяє більш ефективно використовувати воду за рахунок її розпилення та більш компактного подавання.

Облаштування та використання ПКК регламентується низкою нормативних документів; між тим вони є неповними і в них відсутнє наукове обґрунтування параметрів пожежних кран-комплектів. Для підвищення ефективності використання внутрішнього водопроводу під час гасіння пожежі необхідно визначити характеристики елементів пожежних кран-комплектів, які забезпечать успішне їх використання в конкретних умовах. Зміна

характеристик пожежних кран-комплектів призводить до зміни ефективності їх використання для гасіння пожежі у будівлі.

У дисертаційній роботі розв'язується актуальна науково-технічна задача, а саме питання удосконалення характеристик ПКК як складової системи внутрішнього водопостачання, з метою підвищення ефективності їх використання.

Структура і обсяг роботи.

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 118 найменувань, містить 130 сторінок друкованого тексту, 8 таблиць, 35 рисунків, 4 додатки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційне дослідження проводилося у рамках науково-дослідної роботи «Підвищення ефективності гасіння пожеж в житлових будівлях шляхом удосконалення системи внутрішнього водопостачання» (№ державної реєстрації 0115U002033), в якій автор брав участь як відповідальний виконавець.

Аналіз основного змісту, наукової новизни, практичної значимості, достовірності й обґрунтованості висновків.

Автором у вступі висвітлено актуальність теми, коректно встановлено мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження. Наведено наукову новизну отриманих результатів, дані щодо апробації, а також публікації її результатів.

У першому розділі приведено, що в більшості випадків під час гасіння пожежі водою, значна її частина витрачається нерационально і не потрапляє до зони горіння. Тому застосування систем автоматичного пожежогасіння може бути замінено або доповнено системами неавтоматичного пожежогасіння, до яких належить пожежний кран-комплект, застосування якого забезпечує високу прицільність подавання води в осередок пожежі. Вимогами нормативних документів у квартирах житлових будівель висотою понад 47 м передбачається монтаж додаткових пожежних кран-комплектів, встановлення яких повинно сприяти локалізації загоряння у квартирі безпосередньо мешканцями та запобігати поширенню вогню до прибуття пожежних підрозділів.

Проведено аналіз складових та основних конструктивних характеристик ПКК, що встановлено відповідно до вимог нормативних документів України та інших країн. До переваг ПКК відносять невеликі габарити, пристрій досить компактно складається, є непомітним в інтер'єрі і не порушує дизайну приміщення. Застосування спеціальних насадків (розпорошувачів) дозволяє створювати дрібнодисперсний струмінь води, який не пошкоджує предмети інтер'єру та побуту. Деякі ПКК комплектуються розпорошувачами з можливістю плавного регулювання вихідного отвору.

Проведено огляд робіт науковців, які займалися дослідженням доставки води в осередок пожежі. Виявлено, що дослідження щодо впливу характеристик ПКК на витрати води до цього часу не проводилися.

У другому розділі описано методику проведення експериментальних досліджень. Досліджувався вплив чотирьох параметрів – тиску в мережі $P(m)$, ступеня розгортання рукава s (%), діаметра d (мм) випускного отвору розпорошувача (насадка) та довжини рукава l (м) на витрати води q (л/с) за допомогою установки для експериментального дослідження фактичних витрат води з ПКК. Дослідження склалися з двох серій експериментів для двох типів рукавів – напівжорстких (НЖР) та плоскозгорнутих (ПЗР). Для кожної серії під час проведення експерименту було використано стандартну план-матрицю для центрального композиційного рототабельного уніформ-плану, на основі якого було отримано поліноміальні залежності другого порядку в безрозмірному (для кодованих параметрів), а потім – у розмірному (для натуральних параметрів) вигляді. Для визначення коефіцієнтів при квадратичних членах було використано план-матрицю повного факторного експерименту та проведено додаткові експерименти у зоряних точках для всіх чотирьох факторів.

Вимірювання витрат води з ПКК відповідно стандартної план-матриці експерименту проводилися при всіх можливих комбінаціях рівнів факторів (тиск у мережі, ступінь розгортання ПЗР або прямолінійність прокладання для НЖР, діаметр насадка розпорошувача, довжина рукава). Аналіз приведених коефіцієнтів показав, що фактичні витрати води з ПКК у значній мірі залежать від тиску в мережі та діаметра насадка та в меншій мірі – від довжини рукава і ступеня його розгортання.

У третьому розділі удосконалено модель визначення часу початку гасіння пожежі за допомогою пожежного кран-комплекту та за рахунок цього оцінено необхідну кількість води для її ліквідації та розраховано відповідні витрати води.

Оцінено час початку гасіння в межах $66 \div 700$ с, при мінімальній площі пожежі $0,34 \text{ м}^2$, та за умови форми у вигляді чверті кола і лінійної швидкості вигорання $0,01$ м/с. Для гасіння такої пожежі достатньо витрат води з ПКК. Для більш розвиненої пожежі продуктивність ПКК може виявитися недостатньою. Також у розділі 3 запропоновано математичну модель і описано алгоритм знаходження необхідної мінімально допустимої довжини рукава ПКК, який забезпечує подавання води в довільне місце приміщення. Запропонована процедура відшукування мінімально припустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту є універсальною для одноповерхових приміщень зі стінами, які можуть бути описані ламаною лінією. Вхідними даними для наведеної моделі були лише координати вершин контуру приміщень та місцеположення точки підключення до водопровідної мережі самого ПКК.

В четвертому розділі представлено розроблені пропозиції щодо умов використання ПКК у житлових будівлях та рекомендації для їх проектування.

Встановлюючи рівень витрат води $0,5$ л/с та $2,5$ л/с, можна отримати лінії перетину з поверхнею q , які можуть слугувати номограмами для визначення допустимих параметрів ПКК. Використання запропонованих номограм дозволяє

за заданого необхідного рівня витрат води з ПКК, відомих типу, діаметра та довжини рукава знайти співвідношення між фактичним тиском у водопровідній мережі та діаметром насадка розпорошувача. Наведені номограми дозволяють визначити доцільність комплектації ПКК складовими з тими чи іншими характеристиками за критерієм виконання нормативних вимог для витрат води. Виявлено, що найгірший варіант комплектації ПКК при підключенні до ГПВ не забезпечує рівня витрат 0,5 л/с, а отже є доцільним лише у випадку встановлення в будівлях з мінімальним рівнем пожежного навантаження. В той же час рекомендований для успішного гасіння пожежі на початковому етапі рівень витрат 2,5 л/с забезпечується при підключенні до ВПВ при комплектації ПКК рукавами середнього і великого діаметру. Більш того, спостерігається значне перевищення витрат води, а отже можна комплектувати ПКК таким чином, щоб знизити цей показник.

Запропоновано методику розрахунку і рекомендації щодо визначення характеристик складових ПКК, що забезпечують ефективне гасіння пожежі при зниженні фактичних витрат води до 73%.

Результати дисертаційної роботи сформульовано у висновках по ній. Після списку використаних літературних джерел наведено акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості та достовірності розроблених автором наукових положень, висновків, рекомендацій є цілком достатнім.

По отриманим в ході виконання дослідження результатам, можна стверджувати, що мета дисертаційної роботи була досягнута, а дисертація є завершеною науковою працею.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в тому, що:

- вперше отримано регресійні моделі фактичних витрат води залежно від тиску у водопроводі, довжини та ступеня розгортання рукава, діаметра випускного отвору розпорошувача для різних типів ПКК;

- вперше запропоновано математичну модель для визначення мінімально допустимої довжини рукава ПКК для забезпечення подавання води до кожної точки приміщення довільного планування;

- вперше запропоновано методику визначення характеристик ПКК залежно від умов його експлуатації, застосування якої забезпечує підвищення ефективності гасіння пожежі;

- удосконалено модель визначення часу початку гасіння пожежі за допомогою пожежного кран-комплекту.

Практичне значення і реалізація отриманих результатів Розроблено пропозиції для проектних організацій щодо використання пожежних кран-комплектів у житлових будівлях з визначенням параметрів складових таких приладів. Це дозволяє, використовуючи запропоновані математичні моделі та створений на їх основі пакет прикладних програм, вибрати обґрунтовані

характеристики пожежних кран-комплектів та запроєктувати удосконалену систему внутрішнього водопостачання, яка забезпечить підвищену ефективність гасіння пожежі.

Реалізуючи роботу трьох блоків запропонованого алгоритму, можна для заданої житлової будівлі (враховуючи її конструктивні особливості та характеристики пожежного навантаження), яка забезпечується водою з водопровідної мережі з відомими гідравлічними параметрами, визначити характеристики обладнання ПКК (діаметр та довжину рукава, діаметр випускного отвору насадка). Практичну цінність роботи засвідчують акти впровадження дисертаційної роботи.

Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації.

Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені в дисертації дослідження, основні наукові результати та висновки.

За своєю структурою, об'ємом і оформленням дисертація та автореферат цілком відповідають вимогам, встановленим до кандидатських дисертацій. Автореферат за змістом ідентичний основним положенням, що викладені в дисертації, та не містить інформації, яка не відображена в самій роботі.

Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень і рекомендацій забезпечує їх адекватне і належне сприйняття.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в 8 наукових статтях (дві з яких – в іноземних виданнях, що реферуються Index Copernicus), у 13 тезах доповідей на науково-технічних конференціях, отримано 1 патент України на корисну модель.

Редакційний аналіз. Робота викладена грамотно, з використанням сучасної термінології, послідовно та логічно завершена. Оформлення роботи відповідає вимогам ДСТУ – 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» відповідно до вимог ВАК України. Назва роботи відповідає її змісту. Обсяг дисертації не перевищує встановлених норм. Зміст автореферату не має розбіжностей зі змістом дисертації.

Особистий внесок автора в отриманні наукових результатів, представлених у роботі.

Усі положення, що становлять суть дисертації, були сформульовані та вирішені автором самостійно.

Загальна оцінка роботи. Дисертація та автореферат написані грамотно, послідовно, коректно та мають завершену логічну структуру. Поставлену автором мету досягнуто, сформульовані задачі вирішено, а висновки повністю відображають основний зміст роботи.

Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі.

Разом з тим, по дисертаційній роботі слід зробити наступні зауваження:

1. В першому розділі дисертаційної роботи зазначено, що фактичний напір перед пожежним кран комплектом може змінюватися в десятки разів. Проте відповідно до вимог ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація» гідростатичний тиск в системі на відмітці найбільш низько розташованого пожежного кран-комплекту не повинен перевищувати 0,9 МПа (9 атм), максимальний тиск перед пожежним кран-комплектом не повинен бути більше 0,4 МПа (4 атм), а на час гасіння гасіння пожежі дозволяється перевищувати тиск в мережі протипожежного водопроводу (або об'єднаного господарсько-питного і протипожежного водопроводів) до 0,6 МПа (6 атм). Тобто фактична різниця тисків перед пожежними кран-комплектами, згідно норм, не буде змінюватись більше як 2-2,5 рази.

2. Відповідно до вимог пункту 13.1 ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація» перед лічильниками по ходу руху води слід передбачати встановлення механічних або магнітно-механічних фільтрів, втрати тиску у яких можуть складати до 50% втрат тиску у самому лічильнику. Проте у схемі рисунку 2 експериментальної установки передбачення даного фільтру відсутнє.

3. В третьому розділі під час опису математичної моделі алгоритму визначення необхідно мінімальної допустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту досить обмежено висвітлено питання врахування нормативної довжини компактного струменя, який згідно з вимогами пункту 8.3 ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація» має складати не менше 3 м.

4. В третьому розділі, під час приведення розрахунку необхідної довжини рукава пожежних кран-комплектів для прикладів реальних приміщень, доцільно привести розширене обґрунтування чому здобувача не влаштувала діюча методика уточнення прямолінійності довжини рукавів (скорочення радіусу дії) на 30%, що визначено діючими нормативами.

5. В загальній характеристиці дисертаційної роботи доцільно відокремити опис актуальності стандартних пожежних кран-комплектів, які підключені до мережі протипожежного водопроводу роздільного від господарсько-питного та опис актуальності внутрішньо-квартирного пожежного кран-комплекту, який підключений до мережі господарсько-питного водопроводу.

6. У таблиці 2 автореферату, де наведені узагальнені дані експериментальних досліджень щодо доцільності комплектації пожежних кран-комплектів різними типами рукавів доречно привести значення систематичних похибок вимірювань витрати води або вказати значення відносних похибок вимірювань показників за результатами експериментів.

7. Зважаючи на актуальність роботи та широкий спектр її застосування, в роботі було б доцільно привести техніко-економічне обґрунтування практичного

застосування розробленої методики, зокрема на прикладі висотного житлового будинку.

Вказані недоліки не знижують науковий рівень дисертаційної роботи «Підвищення ефективності гасіння пожеж в житлових будівлях шляхом удосконалення характеристик системи внутрішнього водопостачання» та, на мою думку, не впливають на позитивне враження від дисертації, як кваліфікаційної роботи в цілому, завершеність якої не викликає сумніву.

Зроблені автором висновки і положення, що виносяться на захист, добре обґрунтовані, логічно впливають із отриманих даних і відповідають поставленим меті й завданням.

Загальний висновок по дисертаційній роботі.

У цілому, дисертація Щербака С.М. «Підвищення ефективності гасіння пожеж в житлових будівлях шляхом удосконалення характеристик системи внутрішнього водопостачання», виконана на високому науковому рівні, містить коректно і повно обґрунтовані теоретичні та практичні дослідження. У роботі отримано актуальні, науково обґрунтовані результати, що роблять внесок у розв'язання задачі підвищення ефективності пожеж в житлових будинках шляхом удосконалення характеристик систем внутрішнього водопостачання. Робота сприймається позитивно, вона відповідає формулі та паспорту спеціальності «пожежна безпека».

На основі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Щербака С.М. є закінченою науково-дослідною роботою та задовольняє вимогам п. 9, 11, 12, 13, «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. зі змінами), а здобувач Щербак Сергій Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 - пожежна безпека.

Заступник начальника центру-начальник відділу нормативно-правового забезпечення науково-дослідного центру технічного регулювання УкрНДІЦ канд. техн. наук.



Ярослав БАЛЛО

Підпис Балло Я.В. засвідчую:

Начальник центру персоналу та адміністративної роботи УкрНДІЦЗ полковник служби цивільного захисту



Олена ГРАЧОВА