

## ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Підвищення ефективності використання компресійної піни для гасіння пожеж класу А»**

**Шахова Станіслава Михайловича,**

що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

Щороку найбільша кількість пожеж відбувається в житловому секторі, де основним горючим завантаженням є тверді горючі речовини. Пожежі, під час яких відбувається горіння таких речовин, відносяться до пожеж класу А.

В якості основної вогнегасної речовини для боротьби з такими пожежами використовується вода. Суттєвим недоліком води як вогнегасної речовини є те, що під час гасіння твердих горючих речовин у гасінні приймає участь лише 5–10 % води, а 90–95 % фактично залишається надмірно пролітою. Одним з напрямів підвищення ефективності гасіння пожеж класу А є застосування компресійної піни. Значний обсяг теоретичних та експериментальних досліджень у цьому напрямку було присвячено застосуванню пін для гасіння пожеж легкозаймистих рідин. Проведено ряд досліджень щодо використання компресійної піни для гасіння твердих горючих матеріалів, але поза увагою залишилося дослідження впливу кратності і концентрації водного розчину піноутворювача у компресійній піні на її властивості. Не визначено, яка кратність та концентрація піноутворювача для піни має найбільшу вогнегасну ефективність під час гасіння пожеж класу А.

У дисертаційній роботі Шахова С.М. вирішено актуальну науково-практичну задачу у галузі пожежної безпеки – підвищено ефективність використання компресійної піни для гасіння пожеж класу А за рахунок варіювання її кратності та концентрації водного розчину піноутворювача. Дисертація є закінченим науковим дослідженням, яка виконана особисто здобувачем та представлена у вигляді спеціально підготовленої кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису, містить наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, які мають істотне значення для галузі пожежної безпеки. Дисертаційне дослідження проводились у рамках науково-дослідних робіт «Провести дослідження та розробити пропозиції щодо застосування переносних технічних засобів пожежогасіння для підвищення ефективності гасіння пожеж «Переносні засоби пожежогасіння» і «Провести пошукові дослідження з відпрацювання складу вогнегасної речовини у вигляді компресійної піни («ПНА – К»)», в яких автор брав участь як виконавець.

Основні положення дисертації опубліковано у 18 наукових працях, отримано 1 патент України на корисну модель. У тому числі в 7 статтях, які входять до фахових видань України, одна стаття у науковому журналі країни Свросоюзу та одна стаття у іншому виданні України, 8 тезах доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях, які в достатній мірі висвітлюють результати роботи, що виноситься на захист:

**Статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз:**

1. Шахов С.М., Виноградов С.А., Присяжнюк В.В. Розробка системи пожежогасіння газонаповненою піною. *Проблеми пожежної безпеки*. 2017. Вип 42. С. 12–21.

2. Шахов С.М., Виноградов С.А., Кодрик А.І., Тітенко О.М. Вплив кратності компресійної піни на дисперсність і стійкість. *Проблеми пожежної безпеки*. 2019. Вип. 45. С. 27–33.

3. Шахов С.М., Виноградов С.А., Кодрик А.І., Тітенко О.М., Стилик І.Г. Визначення залежності характеристик компресійної піни. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29, № 5. С. 103–106.

4. Шахов С.М., Виноградов С.А., Кодрик А.І., Тітенко О.М. Визначення вогнегасної ефективності компресійної піни під час гасіння нею твердих горючих речовин. *Проблеми пожежної безпеки*. 2019. Вип. 46. С. 199–205.

5. Шахов С.М., Кодрик А.І., Тітенко О.М., Виноградов С.А. Математичне забезпечення для проектування систем генерування компресійної піни. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020, Т. 30, № 3. С.111–115.

6. Шахов С.М., Виноградов С.А., Кодрик А.І., Тітенко О.М. Визначення показника вогнегасної здатності компресійної піни. *Проблеми пожежної безпеки*. 2020. Вип. 47. С. 127–131.

7. Shakhov S.M., Vinogradov S.A., Kodrik A.I., Titenko O.M., Parkhomchuk O.V. Mathematical modeling of gas-liquid flow in compressed air foam generation systems. *Technology audit and production reserves*. 2020. № 4/3(54). P. 29–35.

**Стаття у науковому періодичному виданні інших держав з напрямку, з якого підготовлено дисертацію:**

8. Shakhov S.M., Vinogradov S.A. Fire Extinguishing Efficiency of Compressed Air Foam, Water and Gel Forming Agents in a Standard Class A Test *Safety & Fire Technology*. 2020. Vol. 55. Issue 1. P. 154–160.

**Статті в інших виданнях:**

9. Шахов С.М., Виноградов С.А., Ларін О.М. Аналіз світових зразків систем пожежогасіння газонаповненою піною. *Надзвичайні ситуації. Попередження та ліквідація*. 2017. Вип 1. С. 50–58.

**Патенти:**

10. Шахов С.М., Виноградов С.А., Тітенко О.М., Кодрик А.І. Пінозмішувач для утворення компресійної піни: пат. 142507 Україна: МПК А62С 31/12, А62С 5/02, В05В 7/00. № и 2019 11826; заявл. 11.12.2019; опубл. 10.06.2020, Бюл. № 11/2020.

**Тези доповідей, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

11. Шахов С.М. Використання статичних змішувачів у системах подачі компресійної піни. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій* : зб. матеріалів доп. ІХ Міжнар. наук.–практ. конф., 18–19 трав. 2018 р. Черкаси : ЧІПБ, 2018. С. 144–145.

12. Шахов С.М., Нікулін О.Ф. Функціонально–фізична схема установки для генерації компресійної піни. *Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація* : матеріали наук.–практ. сем., 21 лют. 2019 р. Харків : НУЦЗУ, 2019. С. 285–287.

13. Шахов С.М. Розробка експериментальної установки для проведення досліджень властивостей компресійної піни. *Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту* : зб. матеріалів доп. Міжнар. наук.–практ. конф. Харків : НУЦЗУ, 2019. С. 185.

14. Shakhov S.M., Balaka N.I. Innovative technologies in firefighting: compressed air foam. *Technologie Informacyjne i innowacyjne w XXI wieku: mat. Międzynarodowa konferencja naukowa*. Poland : Katowice, 2019. P. 395–406.

15. Шахов С.М., Кодрик А.И., Виноградов С.А., Титенко О.М. Разработка математической модели установки для генерации компрессионной пены. *Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация* : сб. материалов докл. VIII Междунар. науч.–практ. конф. Минск : НИИПБЧС, 2019. С. 103–115.

16. Шахов С.М., Виноградов С.А., Кодрик А.И., Титенко О.М. Порівняння вогнегасних показників компресійної піни. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій* : зб. матеріалів доп. XI Міжнар. наук.–практ. конф., 09–10 квіт. 2020 р. Черкаси : ЧІПБ, 2020. С. 86–88.

17. Шахов С.М., Виноградов С.А. Пеносмеситель для генерации компрессионной пены. *Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы* : сб. материалов докл. XI Междунар. науч.–практ. конф. 8–9 апр., 2020 г. Минск : УГЗ, 2020. С. 291–292.

18. Шахов С.М., Виноградов С.А., Кодрик А.И., Титенко О.М. Визначення найбільш ефективної вогнегасної речовини під час гасіння стандартних модельних вогнищ класу А. *Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки* : зб. матеріалів доп. Міжнар. наук.–практ. конф. Рівне: НУВГП, 21–22 травня 2020. С. 178–180.

Дисертація містить результати досліджень автора. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Робота не містить ознак академічного плагіату.

Особистий внесок здобувача до всіх наукових публікацій, опублікованих із співавторами полягає у наступному:

у роботах [9, 14] проведено аналіз існуючих систем для подачі компресійної піни серед відомих виробників систем пожежогасіння, виділено та проаналізовано основні напрями застосування компресійної піни; в [1] на підставі проведеного аналізу виявлено, що на території України не ведуться роботи щодо розробки таких систем, запропоновано конструкцію переносної системи пожежогасіння компресійною піною, що може бути впроваджена у діяльність підрозділів ДСНС України, розроблено технічні вимоги до переносного модуля пожежогасіння компресійною піною для підрозділів ДСНС; в [11] проведено аналіз статичних змішувачів, які використовуються для процесу генерування піни в таких системах, виділено основні типи насадкових елементів для отримання більш однорідної піни; в [12] запропоновано функціонально-фізичну схему установки для генерації компресійної піни, що є підґрунтям для подальшої побудови математичної моделі процесу генерування компресійної піни; у роботах [5, 7, 15] розроблено математичну модель процесу генерування компресійної піни за допомогою програмного забезпечення. Розроблена математична модель дозволяє здійснювати розрахунки параметрів системи в залежності від кратності піни, яку необхідно

отримати, дозволяє досліджувати вплив параметрів піногенеруючої вставки на кратність компресійної піни; у [10, 17] запропоновано оригінальний пінозмішувач для утворення компресійної піни; у [13] на основі математичної моделі [5, 7, 15] спроектовано та розроблено експериментальну систему для генерування та подавання компресійної піни з використанням запатентованого змішувача [10]; у роботах [2, 3] за допомогою дослідного зразка системи [13] проведено експериментальні дослідження щодо визначення впливу кратності та концентрації водного розчину піноутворювача у компресійній піні на її властивості, встановлено низку недосліджених залежностей, а саме: для піни більшої кратності має місце і більша її стійкість, зі збільшенням кратності відбувається зменшення розміру бульбашки, підтверджено, що отримана піна має рівномірну високоструктуровану будову з однаковими розмірами бульбашок; у [4, 6] проведено експериментальні дослідження щодо визначення вогнегасної ефективності компресійної піни, під час гасіння нею лабораторних (нестандартизованих) вогнищ класу А. Встановлено вплив кратності та концентрації водного розчину піноутворювача у компресійній піні на її вогнегасну ефективність, яка оцінювалась за показниками вогнегасної здатності та ефективності гасіння; в [16] проведено порівняння показників вогнегасної ефективності компресійної піни, відповідно до результатів, отриманих в [4, 6]; у роботах [8, 18] виконано експериментальне дослідження щодо порівняння вогнегасної ефективності компресійної піни, гелеутворюючих систем та води, під час гасіння ними стандартизованих модельних вогнищ пожежі класу А. Встановлено, що компресійна піна має найбільшу вогнегасну здатність за показником ефективності гасіння.

Здобувачем особисто отримано наступні нові наукові результати:

вперше отримано математичну модель процесу генерування компресійної піни, яка дозволяє розраховувати параметри системи для її подавання залежно від необхідної кратності піни;

вперше встановлено, що на відміну від повітряно-механічної піни, з підвищенням кратності компресійної піни зростають її дисперсність, однорідність і стійкість;

вперше досліджено залежність вогнегасної ефективності компресійної піни від її кратності та концентрації водного розчину піноутворювача (на прикладі піноутворювача загального призначення «БАРС-S») під час гасіння модельних вогнищ пожежі класу А і показано, що найвища вогнегасна ефективність досягається при кратності піни 25 та у разі забезпечення концентрації піноутворювача, рекомендованої для генерування повітряно-механічної піни з використанням ежекційних стволів-генераторів;

вперше оцінено вогнегасну ефективність компресійної піни, у порівнянні з гелеутворюючими системами і водою (без функціональних добавок) та показано, що застосування компресійної піни дає змогу підвищити ефективність гасіння на 80 % і 15 % у порівнянні з зазначеними речовинами, відповідно, а також запобігти повторному займанню погашеного модельного вогнища пожежі.

Матеріали дисертації у вигляді математичної моделі впроваджено у діяльність ТОВ «Тітал», яка спеціалізується на виробництві пожежно-рятувальної техніки. Технічні вимоги до систем пожежогасіння компресійною

пінною впроваджено для практичного використання у ГУ ДСНС України у Харківській області (акт від 29.08.2020р.) та ГУ ДСНС України у Полтавській області (акт від 30.09. 2020р.). Також результати роботи впроваджено у навчальний процес НУЦЗ України (акт від 25.08.2020р., дисципліна «Протипожежна та аварійно-рятувальна техніка», тема «Основи пінного гасіння. Пожежні автомобілі пінного гасіння»).

Результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на міжнародних та національних наукових конференціях: IX Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» (м. Черкаси, 2018); науково-практичному семінарі «Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація» (м. Харків, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» (м. Харків, 2019); II Міжнародній науковій конференції «Інформаційні та інноваційні технології в XXI столітті» (м. Катовіце, Польща, 2019); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація» (м. Мінськ, Білорусь, 2019); IX Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідація надзвичайних ситуацій » (м. Черкаси, 2020); XIV Міжнародній науково-практичній конференції курсантів, слухачів і ад'юнктів «Забезпечення безпеки життєдіяльності: проблеми та перспективи» (м. Мінськ, 2020); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки» (м. Рівне, 2020). За результатами дисертаційного дослідження отримано 1 патент України на корисну модель.

**Висновок:** дисертаційна робота характеризується єдністю змісту, а також актуальністю теми, має високий рівень теоретичних та експериментальних досліджень, наукову новизну та практичну цінність, наукові публікації за темою роботи в достатній мірі висвітлюють результати роботи. Констатуємо відповідність дисертації Шахова С.М. вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог оформлення дисертацій» (зі змінами) та п. 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 №167).

Рецензенти:

Професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології НУЦЗ України доктор технічних наук, доцент

Заступник начальника кафедри наглядово-профілактичної діяльності НУЦЗ України кандидат технічних наук, с.н.с

Олександр Кіреєв

Особистий підпис засвідчує:  
інспектор  
А. Булетніс

19.10.2020  
Олександр Савченко

Особистий підпис засвідчує:  
інспектор  
А. Булетніс

19.10.2020