

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів дисертації **МАКСИМЕНКА Максима Володимировича** на тему «Підвищення ефективності реагування на надзвичайні ситуації техногенного характеру унаслідок пожеж на об'єктах зберігання нафтопродуктів», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»

1. Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт університету.

Дисертаційну роботу виконано в науковому відділі з проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру Національного університету цивільного захисту України (м. Харків) відповідно до «Плану наукової та науково-технічної діяльності ДСНС України на 2019 рік» та Указу Президента України №722/2019 від 30 вересня 2019 року «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», у рамках науково-дослідної роботи «Розробка методу запобігання каскадному розповсюдженню пожежі в резервуарному парку» (№ ДР 0122U000007), в якій здобувач був відповідальним виконавцем.

Актуальність теми дисертаційної роботи. Резервуарні парки є основним місцем збігання нафти і нафтопродуктів в процесі їх переробки і транспортування. Висока концентрація легкозаймистих та горючих рідин на відносно невеликій площі призводить до підвищеної небезпеки таких об'єктів. З початком війни резервуарні парки стали однією із цілей при ударах по об'єктах енергетичної інфраструктури. Лише за перші 2 місяці повномасштабної російської агресії було зареєстровано 14 пожеж в резервуарних парках як в прифронтових областях, так і в тилу. Отже, основною причиною надзвичайних ситуацій в резервуарних парках в Україні

за останні 2 роки є їх обстріли. І майже всі вони супроводжуються пожежами. Комплексний характер ударів по критичній інфраструктурі призводить до блекаутів, порушень водопостачання, великої кількості одночасних викликів пожежно-рятувальних підрозділів. Все це означає дефіцит сил та засобів для реагування на надзвичайні ситуації техногенного характеру в резервуарних парках унаслідок пожежі або вибуху.

Обмеженість сил і засобів, невизначеність щодо інтенсивності подачі води на охолодження і обумовлюють протиріччя, розв'язання якого потребує оптимізації наявних сил та засобів для реагування на надзвичайну ситуацію.

Отже, підвищення ефективності реагування на надзвичайні ситуації техногенного характеру унаслідок пожежі на об'єкті зберігання нафтопродуктів є актуальною науково-практичною задачею.

Метою роботи є підвищення ефективності реагування на надзвичайні ситуації техногенного характеру унаслідок пожежі на об'єкті зберігання нафтопродуктів шляхом оптимального вибору сил та засобів для охолодження сусідніх резервуарів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні науково-технічні задачі:

1. Проаналізувати стан безпеки в резервуарних парках та методи запобігання поширенню надзвичайної ситуації.
2. Розробити моделі нагріву стінки і покрівлі резервуара під тепловим впливом пожежі.
3. Розробити модель охолодження резервуара шляхом подачі води на його стінку і покрівлю та перевірити її експериментально.
4. Розробити рекомендації щодо вибору сил та засобів та інтенсивності подачі води на охолодження резервуара, який не горить.

Об'єкт дослідження. Тепловий вплив пожежі в резервуарі з нафтопродуктом на сусідні резервуари.

Предмет дослідження. Оптимізація сил та засобів для охолодження резервуарів з нафтопродуктом, сусідніх з тим, що горить.

Методи дослідження. У роботі використовуються аналітичні і чисельні методи досліджень. Моделювання нагріву резервуара з нафтопродуктом під тепловим впливом пожежі проводилося на основі теорії тепломасопередачі. Для побудови оцінки коефіцієнта конвекційного теплообміну між резервуаром і газовим або рідким середовищем було використано методи теорії подібності. Для розв'язання системи диференціальних рівнянь теплообміну застосовувався метод скінчених різниць.

Дисертаційне дослідження спирається на аналіз зарубіжних і вітчизняних наукових джерел, у тому числі інтернет-ресурсів.

Наукові положення розроблені особисто дисертантом, а їх новизна полягає у вирішенні важливої науково-практичної задачі у галузі цивільної безпеки, а саме: підвищення ефективності реагування на надзвичайні ситуації техногенного характеру унаслідок пожежі на об'єкті зберігання нафтопродуктів шляхом оптимального вибору сил та засобів для охолодження сусідніх резервуарів.

При виконанні дисертації отримано нові наукові результати:

1. **Вперше** поставлено і розв'язано задачу оптимального вибору сил та засобів для подачі води для охолодження стінок і покрівлі резервуара, сусіднього з тим, що горить. При цьому критерієм оптимізації є мінімум витрат води або мінімум задіяного особового складу, або автоцистерн, а обмеженням – охолодження стінки та покрівлі резервуара до безпечної температури.

2. **Удосконалено** модель охолодження стінок і покрівлі резервуара водою в умовах пожежі в сусідньому резервуарі. Модель спирається на рівняння теплового балансу для стінки або покрівлі і рівняння теплового балансу водної плівки, що стікає по ній. Модель дозволяє визначити розподіл температур по стінці або покрівлі та по водній плівці.

3. **Набула подальшого розвитку** модель теплового впливу пожежі в резервуарі з нафтопродуктами на сусідні резервуари. Побудована модель

враховує теплообмін резервуара, що нагрівається, випромінюванням з факелом, навколишнім середовищем і внутрішнім простором резервуара, а також конвекційний теплообмін з навколишнім повітрям і пароповітряною сумішшю в газовому просторі резервуара. Особливістю моделі є врахування нахилу факела вітром.

Рівень теоретичної підготовки здобувача, рівень обізнаності дисертанта з результатами наукових досліджень інших учених.

Здобувач володіє високим рівнем теоретичної підготовки та вмінням опановувати сучасні інформаційні технології. Здобувач добре орієнтується в сучасних досягненнях вітчизняних та закордонних вчених за напрямом роботи.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці моделей і алгоритмів, які є основою для системи підтримки прийняття рішення керівником гасіння пожежі. Розроблені моделі і алгоритми можуть бути використані як на етапі проектування резервуарних парків, так і для оцінки пожежної небезпеки вже існуючих об'єктів, а також в оперативному режимі під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації

Моделі теплового впливу пожежі на резервуари з нафтопродуктами, методи розрахунку необхідної інтенсивності подачі води на охолодження покрівлі і стінок резервуарів впроваджені для розробки планів пожежогасіння та організаційно-технічних заходів щодо попередження, локалізації та гасіння пожеж резервуарів "РВС" в 6-му ДПРЗ ГУ ДСНС України у Луганській області.

Моделі охолодження стінки і покрівлі резервуару, алгоритми розрахунку температури сухої стінки і покрівлі резервуару у вигляді програмного комплексу були використані для розробки планів пожежогасіння в 8-му ДПРЗ ГУ ДСНС України у Луганській області.

Теоретичні положення роботи використані в навчальному процесі кафедри пожежної та рятувальної підготовки факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України.

Функціональна схему пожежного монітора для охолодження резервуарів запатентована (Патент України).

Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації.

Особистий внесок здобувача та результати дисертації повною мірою викладені в зазначених публікаціях.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

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

1. Басманов О. Є., Максименко М. В., Олійник В. В. Моделювання теплового впливу пожежі в резервуарі з нафтопродуктом на сусідній резервуар. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 2 (34). С. 4–20. (Включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Road, Crossref, Fatcat).

Здобувачу особисто належить побудова рівняння теплового балансу для стінки резервуара і його чисельне розв'язання.

2. Басманов О. Є., Максименко М. В. Моделювання впливу пожежі на сусідній резервуар з нафтопродуктом в умовах вітру. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. № 1 (35). С. 239–253. (Включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Road, Crossref, Fatcat)

Здобувачу особисто належить оцінка теплового потоку від пожежі до стінки резервуара, а також розв'язання рівняння теплопровідності у стінці резервуара.

3. Максименко М. В. Модель нагріву покрівлі резервуара під впливом пожежі в сусідньому резервуарі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. № 2 (36). С. 233-247. (Включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Road, Crossref, Fatcat).

4. **Максименко М. В.** Модель охолодження стінки резервуара водою при пожежі в сусідньому резервуарі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 1 (37). С. 156–170. (Включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Road, Crossref, Fatcat).

5. Basmanov O., **Maksymenko M.** Model for choosing optimal water flow rate for tank wall cooling. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. Vol. 2 (38). P. 4–16. (Включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Road, Crossref, Fatcat).

Здобувачу особисто належить постановка задачі вибору оптимальної інтенсивності подачі води на охолодження резервуара та розробка алгоритму її розв'язання.

6. Басманов О. Є., **Максименко М. В.**, Олійник В. В. Оптимальний вибір сил та засобів для охолодження резервуара при пожежі в резервуарній групі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2024. № 1 (39). С. (Включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Road, Crossref, Fatcat).

Здобувачу особисто належить розрахунок сил та засобів, необхідних для локалізації пожежі в залежності від обраного критерію оптимізації.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. **Максименко М.В.** Локалізація надзвичайних ситуацій техногенного характеру, пов'язаних зі зберіганням нафтопродуктів. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених "Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту". НУЦЗУ. 2021. С. 114. (Форма участі – очна).

8. Басманов О. Є., **Максименко М. В.** Модель нагріву стінки резервуара під тепловим впливом пожежі в сусідньому резервуарі. Проблеми пожежної безпеки. НУЦЗУ. 2022. С. 239–241. (Форма участі – очна).

Здобувачу особисто належить побудова моделі теплового впливу пожежі горючої рідини на стінку резервуара .

9. Басманов О. Є., **Максименко М. В.** Оцінка коефіцієнта взаємного

опромінення між резервуаром і факелом над сусіднім резервуаром. Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України. 2022. С. 9–11. (Форма участі – заочна).

Здобувачу особисто належить розрахунок коефіцієнта взаємного опромінення між факелом у формі конуса і циліндричною стінкою.

10. Басманов О. Є., **Максименко М. В.** Тепловий вплив пожежі на покрівлю резервуара з нафтопродуктом. Міжнародна науково-практична конференція «Problems of Emergency Situations». 2023. С. 217–218. (Форма участі – очна).

Здобувачу особисто належить розробка моделі теплового балансу для покрівлі вертикального сталевго резервуара в умовах пожежі нафтопродукту в сусідньому резервуарі.

11. Басманов О. Є., **Максименко М. В.** Нагрів покрівлі резервуара під тепловим впливом пожежі. Проблеми і перспективи розвитку системи життєдіяльності. XVIII Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів. Львів. 2023. С. 163–166. (Форма участі – заочна).

Здобувачу особисто належить визначення коефіцієнта взаємного опромінення між покрівлею вертикального сталевго резервуара і полум'ям пожежі горючої рідини в сусідньому резервуарі.

12. Басманов О. Є., **Максименко М. В.** Моделювання теплового впливу пожежі в резервуарі на покрівлю сусіднього резервуара. III Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми та перспективи розвитку фундаментальних, прикладних, загальнотехнічних та безпекових наук». Київ. 2023. С. 8–12. (Форма участі – заочна).

Здобувачу особисто належить розв'язання рівняння теплопровідності для покрівлі резервуара в умовах теплового впливу пожежі. Визначено динаміку зміни і розподіл температур по покрівлі вертикального сталевго резервуара.

13. Басманов О. Є., **Максименко М. В.** Оптимізація сил та засобів для

охолодження резервуарів при пожежі в резервуарній групі. XV Міжнародна науково-практична конференція «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». НУЦЗУ. 2024. С. 9-10. (Форма участі – очна).

Здобувачем особисто проведено визначення сил та засобів для подачі води на охолодження резервуара в умовах пожежі, при якій досягається охолодження його сталевих конструкцій до безпечних значень температури.

14. Басманов О. Є., **Максименко М. В.** Моделювання охолодження покрівлі вертикального сталевого резервуара. Міжнародна науково-практична конференція «Problems of Emergency Situations – 2024». НУЦЗУ. 2024. С. 170-171. (Форма участі – очна).

Здобувачем особисто побудовано модель охолоджувальної дії водної плівки на покрівлю резервуара в умовах теплового впливу пожежі в сусідньому резервуарі.

Патенти

15. Пат. 146808 Україна, МПК А62С 3/06, А62С 35/00, А62С 31/05. Пожежний монітор / Абрамов Ю.О., Басманов О.Є., **Максименко М.В.**; заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – заявл. 18.11.2020; опубл. 17.03.2021. Державний реєстр патентів України на корисні моделі. Бюл. № 11.

Здобувачем особисто проведено патентний пошук, визначено кут встановлення насадка в вертикальній площині і кут розпилу води в горизонтальній площині.

2. Оцінка мови і стилю дисертації.

Мова та стиль викладення відповідає критеріям науковості: логічність викладення положень, об'єктивність, послідовність. Структуру роботи загалом можна схарактеризувати як таку, що логічно підпорядковується поставленій меті. Структура розділів відповідає послідовності конкретних завдань, що успішно вирішуються. Основні

теоретичні положення та висновки роботи не є суперечливими, оскільки вони аргументовані й підкріплені доречними прикладами.

3. Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.

Робота повністю відповідає вимогам, що ставляться до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», а саме: вона виконана на актуальну тему, сформульовані в ній наукові положення, висновки та рекомендації є обґрунтованими, достовірними, містять наукову новизну та мають практичну значущість.

4. Дотримання нормативних вимог щодо оформлення дисертації.

Дисертаційна робота подана за традиційною схемою, викладена українською мовою загальним об'ємом 189 сторінок і складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 88 найменувань і 2 додатків, містить 68 рисунків та 10 таблиць, що дозволило автору запропонувати ряд наукових положень, висновків і рекомендацій.

5. Рекомендації дисертації до захисту.

Дисертаційна робота МАКСИМЕНКА Максима Володимировича на тему «Підвищення ефективності реагування на надзвичайні ситуації техногенного характеру унаслідок пожеж на об'єктах зберігання нафтопродуктів» є завершеним науковим дослідженням, виконаним самостійно автором на актуальну тему. Робота містить теоретичні розробки та практичні пропозиції, спрямовані на вирішення важливої науково-практичної задачі в галузі цивільної безпеки – підвищення ефективності реагування на надзвичайні ситуації техногенного характеру унаслідок пожежі на об'єкті зберігання нафтопродуктів шляхом оптимального вибору сил та засобів для охолодження сусідніх резервуарів.

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 263 «Цивільна безпека» та відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 року № 44 та може бути рекомендована для захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Начальник наукового відділу
з проблем цивільного захисту
та техногенно-екологічної безпеки
науково-дослідного центру
Національного університету
цивільного захисту України, д.т.н., професор

Максим КУСТОВ

