

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію

ТРОШКІНА Сергія Едуардовича «Дослідження вогнестійкості огорожувальних конструкцій вертикальних кабельних тунелів атомних електричних станцій за умов реальних пожеж», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

Актуальність теми. Останнім часом вирішення питання по підвищенню точності експериментальних та розрахункових методів до температурних режимів пожежі, наближених до реальних умов перебігу пожежі, активно розвивається та вдосконалюється, оскільки дозволяє врахувати всі особливості з врахуванням імовірної пожежі, що суттєво впливає на визначені параметри. Завдяки такому підходу можна не лише визначити температурні показники пожежі та оцінити її тривалість. Розв'язання актуальної проблеми впливу геометричних параметрів вертикальних кабельних тунелів атомних електростанцій, пожежного навантаження, протипожежних перешкод та впливу наявної систем пожежогасіння на вогнестійкість будівельних огорожуючих конструкцій.

Розкриття закономірностей залежностей параметрів температурних режимів пожеж у вертикальних кабельних тунелях від їх конструктивних особливостей та пожежного навантаження, як наукового підґрунтя щодо удосконалення методів розрахункового оцінювання вогнестійкості огорожувальних конструкцій кабельних тунелів в умовах реальних пожеж, що виникають в них. Результати робіт під час проектування й будівництва нових вертикальних кабельних тунелів атомних електростанцій із врахуванням реального температурного режиму, що залежить від пожежного навантаження, геометричних та аеродинамічних характеристик, наявної системи пожежогасіння тунелю як підґрунтя для вдосконалення чинної і створення нової нормативної бази щодо пожежної безпеки кабельних тунелів атомних електростанцій.

Структура дисертації та її обсяг. Робота містить анотацію, зміст, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертації становить 214 сторінок, 23 таблиці, 75 рисунків, список використаних джерел містить 202 найменування, а також 3 додатки.

Огляд змісту роботи

У **вступі** наведено загальні дані щодо дисертації.

У **розділі 1** проаналізовано стан безпеки використання вертикальних кабельних тунелів, а саме: сучасний стан кабельних тунелів в Україні й світі; особливості прокладення кабельних ліній; аварійні ситуації в сучасних вертикальних кабельних тунелях; небезпечні фактори, що виникають під час пожеж; особливості гасіння пожеж тунелів; описано процес вдосконалення генераторів піни високої кратності, які використовуються для гасіння пожеж кабельних тунелів; проаналізовано температурний режим пожежі, який використовується для оцінки вогнестійкості елементів огорожуючих конструкцій в світі та ступінь вогнестійкості елементів будівельних конструкцій.

У **розділі 2** схарактеризовано принципи моделювання процесу тепломасоперенесення під час пожежі у вертикальних кабельних тунелях; описано

математичні моделі процесів теплопередачі у внутрішньому просторі та математичні моделі теплофізичних характеристик будівельних матеріалів вертикальних кабельних тунелів, теплообмін між середовищем пожежі та поверхнею елементів будівельних конструкцій; проаналізовано сценарій можливого розвитку пожежі та вибір математичної моделі для описання теплообміну під час пожежі у приміщеннях або секціях вертикальних кабельних тунелів; проведено моделювання процесу тепломасоперенесення у вертикальному кабельному тунелі та створено алгоритм побудови комп'ютерної моделі.

У розділі 3 розроблено й обґрунтовано методику експериментальних досліджень пожеж у вертикальних кабельних тунелях атомної електростанції, а також описано необхідні засоби. Доведено адекватність комп'ютерного моделювання.

У розділі 4 досліджено температурні режими пожежі у вертикальних кабельних тунелях із різними параметрами та обрано математичний апарат для чисельного дослідження. Сплановано повний факторний обчислювальний експеримент щодо визначення температурного режиму під час пожежі та при повільному горінні у вертикальному кабельному тунелі атомної електростанції, представлено його результати у вигляді регресії максимальної температури, тривалості пожежі та часу досягнення максимальної температури без та з урахуванням поправочних коефіцієнтів систем пожежогасіння вертикальних кабельних тунелів атомних електростанцій.

У розділі 5 розроблено й описано методику розрахункового оцінювання вогнестійкості огорожувальних конструкцій вертикальних кабельних тунелів із обраною моделлю теплопередачі залізобетонних конструкцій. Досліджено прогрів залізобетонних конструкцій під час пожежі у вертикальному кабельному тунелі на основі зафіксованих за повного факторного експерименту температурних режимів пожежі. Сформульовано рекомендації щодо застосування запропонованого підходу під час розрахункового оцінювання вогнестійкості огорожувальних конструкцій вертикальних кабельних тунелів.

Наукова новизна дисертації розкритті закономірностей залежностей параметрів температурних режимів пожеж у вертикальних кабельних тунелях від їх конструктивних особливостей та пожежного навантаження, як наукового підґрунтя щодо удосконалення методів розрахункового оцінювання вогнестійкості огорожувальних конструкцій кабельних тунелів в умовах реальних пожеж, що виникають в них.

При цьому:

- вперше побудовано регресійні залежності максимальної температури, тривалості пожежі в певній локальній зоні та часу досягнення максимальної температури всередині вертикального кабельного тунелю в залежності від пожежного навантаження у перерахунку на 1 м висоти, площі поздовжнього перерізу та висоти до параметрів вертикального кабельного тунелю атомних електростанцій. Побудовані залежності враховують наявність протипожежних перешкод і автоматичної системи пожежогасіння. При цьому максимальна похибка апроксимації не перевищує 5 %;

- удосконалено методику проведення експериментальних досліджень щодо пожежі в вертикальному кабельному тунелі. Враховувались початкові дані та

граничні умови, які закладалися у комп'ютерну модель, яка має переваги перед розрахунковими дослідженнями. Експериментальна перевірка побудованої моделі тепломасопереносу в вертикальному кабельному тунелі на натурній моделі висотою 6 м і площею поперечного перерізу 4,68 м² засвідчила, що відносна похибка при прогнозуванні температури не перевищує 8 %;

- удосконалено модель тепломасопереносу при пожежі у вертикальних кабельних тунелях атомних електричних станцій, яка спирається на рівняння Нав'є–Стокса, доповнені рівнянням стану газу по компонентах, тиску, зберігання моменту, компонентів і маси. Модель дозволяє отримати розподіл температури по огорожувальним конструкціям кабельного тунелю в довільний момент часу, динаміку розповсюдження пожежі і її тривалість. Встановлено, що граничні пластичні моменти для монолітних залізобетонних огорожувальних конструкцій, визначені за розрахованими температурними режимами пожежі за запропонованими математичними моделями у 1,5 рази менші за моменти, отримані за умови теплового впливу стандартного температурного режиму пожежі;

- удосконалено метод прогнозування вогнестійкості огорожуючих будівельних конструкцій вертикальних кабельних тунелів шляхом використання температурних режимів пожеж, наближених до реальних.

Практичне значення полягає в застосуванні результатів роботи під час проектування й будівництва нових вертикальних кабельних тунелів атомних електростанцій із врахуванням реального температурного режиму, що залежить від пожежного навантаження, геометричних та аеродинамічних характеристик, наявної системи пожежогасіння тунелю як підґрунтя для вдосконалення чинної і створення нової нормативної бази щодо пожежної безпеки кабельних тунелів атомних електростанцій.

Отримані результати досліджень упроваджено в роботу Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Національного університету цивільного захисту України та ПП «ПроектБудСтар». Результати дисертаційної роботи можливо та доцільно використовувати при плануванні та проведенні випробувань на вогнестійкість огорожувальних конструкцій, що будуть застосовуватись у вертикальних кабельних тунелях.

Особистий внесок здобувача заключається у формулюванні мети й завдань дослідження, аналізі літературних джерел, вивчення впливів температурного режиму пожежі у вертикальному кабельному тунелі атомних електростанцій на межу вогнестійкості огорожувальних будівельних конструкцій, організації та проведенні натурних експериментів з моделювання пожежі у вертикальному кабельному тунелі, а також аналізі отриманих даних експериментальних та розрахункових досліджень. Результати роботи впроваджені дисертантом особисто із дотриманням академічної доброчесності.

Обґрунтованість, достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджена використанням відомих систем диференційних рівнянь тепломасообміну для огорожувальних конструкцій вертикальних кабельних тунелів атомних електростанцій будівельних в умовах пожеж наближених до реальних. Використання чисельних методів та апробація інтегрування математичних моделей тепломасопереносу із врахуванням задовільного порівняння розрахункових та експериментальних даних, отриманих за результатами натурального експерименту з моделювання пожежі у моделі вертикального кабельного тунелю запроектованого за

аналогом в натуральну величину кабельних тунелів реакторного відділення реакторів типу ВВЕР на Тренувально-спортивному комплексі 1-го Державного пожежно-рятувального загону Головного Управління ДСНС України у Запорізькій області з охорони об'єктів.

Основні результати отримані автором особисто, вони висвітлені у дисертації та опубліковані в 4 наукових статтях у спеціалізованих наукових виданнях, зокрема в 1 статті в закордонному виданні, що входить до наукометричної бази Scopus, а також у тезах 10 доповідей на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Зауваження. При розгляді дисертації виявлено наступні недоліки.

1. При розв'язку задачі тепломасопереносу під час пожежі був використаний метод кінцевих різниць з застосуванням явної схеми, що при певних обставинах може позначитись на точності розрахунку. У зв'язку з цим було б доцільно порівняти розрахунки, що проводились з результатами при використанні інших підходів, реалізованих в інших програмних комплексах.

2. Залишилося поза увагою питання наявності внутрішніх перегородок у кабельних тунелях та їхнього впливу на перебіг пожежі.

3. Недостатня увага була приділена вивчення питання настання граничного стану втрати цілісності залізобетонних огорожувальних конструкцій кабельних тунелів при пожежі.

4. Доцільно було б проаналізувати отримані результати експериментальних досліджень на наявність викидів та квазівикидів та оцінити їхню значущість.

Загальна оцінка. Зазначені недоліки мають дискусійний характер і не впливають на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи, яка в цілому є завершеною науковою роботою. Під час виконання роботи було отримано важливі результати, які дозволили вирішити актуальне науково-технічне завдання щодо створення наукового підґрунтя щодо удосконалення методів розрахункового оцінювання вогнестійкості огорожувальних конструкцій кабельних тунелів в умовах реальних пожеж, що виникають в них.

У зв'язку з викладеним можна зробити висновок, що робота відповідає спеціальності 261 – Пожежна безпека й вимогам, які ставляться до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а автор дисертації Сергій ТРОШКІН заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 – Пожежна безпека.

Офіційний опонент

Доцент кафедри цивільного захисту

факультету цивільного захисту

Львівського державного університету

безпеки життєдіяльності

кандидат технічних наук, доцент

Андрій ГАВРИЛЮК

