

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Харишина Дем'яна Васильовича за темою:
«Вплив конструктивних особливостей та теплофізичних характеристик бетону і металу на вогнестійкість трубобетонних конструкцій»,
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 21.06.02 - пожежна безпека

Актуальність роботи. Згідно із нормативною базою України фактичні межі вогнестійкості сталезалізобетонних конструкцій і зокрема трубобетонних колон визначаються на основі проведення випробувань, які мають відтворювати тепловий і силовий вплив пожежі на натурний зразок плити і тому вважаються найбільш достовірними. Забезпечення таких умов на штоточуються на технічні утруднення, які зумовлені тим, що в більшості існуючих установок випробувальних лабораторій максимальний тиск в навантажувальних вузлах набагато менший за встановлені проектні навантаження. Тому є перспективним використання розрахункових методів, яких найбільш продуктивними та доступними є спрощені методи, засновані на використанні інженерних методик із застосуванням звичайних припущень опору матеріалів. Дані методи є одним з основних підходів, що рекомендуються європейськими будівельними нормами – єврокодами, що набувають чинності і в Україні. Для створення таких методів ефективно застосувати методи математичного моделювання на макрорівні шляхом чисельного розв'язку відповідних диференціальних рівнянь чисельними методами.

Дослідженням вогнестійкості сталезалізобетонних конструкцій та трубобетонних колон займалися і займаються багато вчених, зокрема А.І. Яковлев, В.П. Бушев, В.А. Пчелінцев, В.М. Ройтман, А.Ф. Мілованов, С.Л. Фомін, В.Л. Страхов, П.Г. Круковський, С.В. Новак, О.В. Некора, С.В. Поздєєв, М.М. Семерак, Б.Г. Демчина, М.М. Гивлюд, Т.М. Шналь, А.П. Половко, А.С. Беліков, Т. Lie, В. Bartelemi, G. Kruppa, T. Harmathy, M. Schäfer, D. Bernhart. проте в їх роботах недостатньо уваги було приділено питанням можливості створення спрощених розрахункових методів для оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних конструкцій шляхом проведення чисельних експериментів із застосуванням методу кінцевих елементів, зокрема це стосується трубобетонних колон із круглим перерізом.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розкриття закономірностей залежності межі вогнестійкості трубобетонних колон круглого перерізу від їх геометричних характеристик та діючого механічного навантаження в умовах впливу стандартного температурного режиму пожежі, як підґрунтя удосконалення спрощеного розрахункового методу її оцінювання.

Для досягнення поставленої мети поставлено до розв'язку такі завдання:
- провести аналіз сучасного стану забезпечення і методів оцінювання вогнестійкості трубобетонних колон круглого перерізу та виявити шляхи їх удосконалення;

- розробити методику і провести математичне моделювання поведінки трубобетонних колон із вогнезахистом та без нього в умовах впливу стандартного температурного режиму пожежі;

- розробити методику і провести експериментальні дослідження поведінки трубобетонних колон круглого перерізу в умовах впливу стандартного температурного режиму пожежі;

- провести перевірку адекватності результатів математичного моделювання процесів деформації та руйнування з втратою вогнестійкості трубобетонних колон круглого перерізу шляхом порівняння з даними експериментальних досліджень;

- з урахуванням виявленої залежності межі критичної температури сталеві обійми трубобетонних колон круглого перерізу від їх геометричних параметрів, параметрів вогнезахисних систем і механічного навантаження побудувати математичну модель та удосконалити на її основі спрощений розрахунковий метод для визначення класу їх вогнестійкості;

- перевірити достовірність результатів удосконаленого спрощеного методу оцінювання класу вогнестійкості трубобетонних колон круглого перерізу.

Об'єкт досліджень – процеси деформації та руйнування з втратою вогнестійкості, що відбуваються у трубобетонних колонах круглого перерізу під час впливу на них стандартного температурного режиму пожежі.

Предмет досліджень – закономірності зміни значення межі вогнестійкості трубобетонних колон круглого перерізу в залежності від їх температури нагрівання, геометричних параметрів, теплофізичних характеристик металу і бетону, параметрів вогнезахисних систем і механічного навантаження під час впливу стандартного температурного режиму пожежі.

Методи дослідження. В роботі було використано комплексний метод дослідження, який включав аналіз і узагальнення науково-технічних досягнень за напрямом вогнестійкості будівельних конструкцій. Для досягнення поставленої мети і вирішення завдань теоретичних і досліджень напружено-деформованого стану трубобетонних конструкцій використано теорію термопружності. Дослідження температурного поля вздовж радіуса поперечного перерізу колон базуються на рівняннях теорії нестационарної теплопровідності, використанні чисельних методів, зокрема методу кінцевих елементів, як одного з інструментів спеціальних програмних комплексів. Комп'ютерне моделювання стану трубобетонних будівельних конструкцій в умовах впливу високих температур здійснювалось із використанням комп'ютерного програмного забезпечення Ansys.

Для проведення експериментальних досліджень використовували метрологічно атестоване обладнання та повірені засоби вимірювання. Результати теоретичних досліджень порівнювались із результатами експериментів із аналогічними колонами у спеціалізованій випробувальній лабораторії.

Наукова новизна полягає у розкритті особливостей впливу величини температури нагріву трубобетонних конструкцій, геометричних розмірів та фізико-механічних характеристик металу і бетону на напружено-деформований стан за умов пожежі. При цьому:

- *уперше* шляхом математичного моделювання напружено-деформованого стану з використанням рівнянь термопружності розроблено математичну модель визначення та дослідження напружено-деформованого стану трубобетонних конструкцій за умов пожежі. Розглянуто можливі варіанти компонування трубобетонних конструкцій та умов їх встановлення на об'єкті;
- *уперше* визначено та досліджено вплив кількості шарів та модуля пружності, коефіцієнта Пуасона, коефіцієнта температурного лінійного розширення, величини температури на міцності трубобетонних конструкцій;
- *уперше* виявлено закономірність залежності критичної температури, при якій настає втрата несучої здатності трубобетонних колон круглого перерізу за умов впливу стандартного температурного режиму пожежі від рівня її навантаження, що має вигляд регресійної поліноміальної залежності.
- *набуло подальшого розвитку* чисельне моделювання вогнестійкості трубобетонних конструкцій за умов стандартного температурного режиму пожежі.
 - *удосконалено метод* розрахункової оцінки класу вогнестійкості трубобетонних колон круглого перерізу із вогнезахистом та без нього за умов впливу стандартного температурного режиму пожежі.

Практичне значення дисертаційних досліджень. Практична цінність дисертаційних досліджень полягає у розробці удосконаленого розрахункового методу оцінювання вогнестійкості трубобетонних колон круглого перерізу в умовах теплового впливу пожежі із стандартним температурним режимом, що дозволяє встановити проектні розміри для забезпечення необхідного класу вогнестійкості та проектні параметри вогнезахисних систем. Це дозволяє уникнути матеріальних та трудових затрат на проведення вогневих випробувань або здійснення великого обсягу розрахунків при використанні уточнених розрахункових методів. Удосконалений спрощений розрахунковий метод оцінювання вогнестійкості трубобетонних колон круглого перерізу може доповнити нормативні документи, що регламентують розрахункові методи оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних конструкцій.

Розроблені методики впроваджені в навчальний процес ЛДУБЖД при викладанні дисциплін "Будівельні матеріали та конструкції і їх поведінка в умовах пожежі", а також "Несуча здатність конструкцій в умовах пожежі".

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій Надійність та достовірність отриманих наукових результатів, сформульованих рекомендацій та висновків підтверджується використанням відомих диференційних рівнянь теплопередачі та рівнянь напружено-деформованого стану (НДС) для трубобетонних колон в умовах нагріву під впливом пожежі із стандартним температурним режимом, апробованих чисельних методів інтегрування рівнянь теплопередачі, стандартних методів випробувань трубобетонних колон, методів статистичної обробки експериментальних та розрахункових даних, а також задовільною їх збіжністю.

Дисертаційна робота є завершеною працею, в якій наведено науково обґрунтовані результати, що в сукупності призвели до розв'язання актуального наукового завдання щодо розробки спрощеного методу оцінювання вогнестійкості трубобетонних колон.

Оцінка змісту дисертації та її завершеність

Автореферат і опубліковані роботи достатньою мірою відображають основний зміст дисертації.

Рецензована робота відповідає всім вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертацій на одержання наукового ступеня кандидата технічних наук.

У першому розділі проведено аналіз стану нормативної бази та наукових розробок щодо розрахункових методів щодо визначення класів вогнестійкості сталезалізобетонних конструкцій та виявлено, що для реалізації розрахунків щодо оцінювання вогнестійкості як базового для Єврокоду 4 для трубобетонних колон круглого перерізу необхідно створення відповідних довідникових та початкових даних для таких елементів у широкому діапазоні класів вогнестійкості. Показано, що для цього зручно застосувати чисельні експерименти на основі метода кінцевих елементів.

У другому розділі описані основні математичні моделі для проведення розрахунків щодо вивчення поведінки трубобетонних колон під впливом пожежі із стандартним температурним режимом на основі методів термопружності, а також розроблені алгоритми реалізації відповідних обчислень. Досліджені параметри напружено-деформованого стану трубобетонних колон за умов дії стандартного температурного режиму пожежі з використанням розроблених математичних моделей.

У третьому розділі описані основні математичні моделі для проведення розрахунків щодо вивчення поведінки трубобетонних колон під впливом пожежі із стандартним температурним режимом на основі методу кінцевих елементів у нелінійній постановці задачі, а також розроблені алгоритми реалізації даних обчислень. Досліджені умови настання стану втрати несучої здатності трубобетонних колон під впливом стандартного температурного режиму пожежі з використанням розроблених математичних моделей та алгоритмів.

У четвертому розділі описані методики та обладнання, які використані при виконанні експериментальних досліджень зразків трубобетонних колон на вогнестійкість із застосуванням випробувальної установки ТОВ «Пожтест». Крім цього, у даному розділі подані методики технології виготовлення та підготовки до випробувань зразків означених колон, та вимоги до вимірювальної та контрольної апаратури. Проведений аналіз експериментальних даних вогневих випробувань трубобетонних колон, на основі якого доведена їх адекватність. Шляхом порівняння даних, отриманих при застосуванні метода кінцевих елементів і експериментальних даних доведено що розрахункові результати є адекватними.

У п'ятому розділі визначена загальна закономірність залежності межі вогнестійкості від коефіцієнта навантаження колон та побудована відповідна регресійна залежність. Використовуючи означену регресійну залежність була

розроблена відповідна послідовність процедур для спрощеного метода розрахункового оцінювання вогнестійкості трубобетонних колон.

У додатках надано акти впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальний процес ЛДУБЖД при викладанні дисциплін "Будівельні матеріали та конструкції і їх поведінка в умовах пожежі", "Несуча здатність конструкцій в умовах пожежі" а також у виробничій діяльності Львівської філії ТзОВ «Укртехнобез» та під час проведення науково дослідної роботи «Аналіз пожежної небезпеки машинного залу за умови викиду водню з корпусу турбоагрегату енергоблоку №2 ВП ЗАЕС».

Автореферат та дисертація оформлені відповідно до встановлених вимог, зміст автореферату відповідає змісту дисертації. Матеріал дисертації представлений послідовно, стиль викладу доказовий, чіткий і лаконічний. Висновки до кожного розділу і дисертації в цілому тісно пов'язані з їхнім змістом і відображають суть виконаних досліджень. Публікації автора повністю висвітлюють наукові положення і результати дисертації.

Зауваження

До оформлення автореферату та змісту дисертації є такі зауваження:

1. На сторінці 101 дисертаційної роботи зроблено висновок, що клас вогнестійкості конструкції становить R30, хоча результати розрахунку становлять 24 хвилини, що відповідає класу вогнестійкості R15.
2. При оцінці вогнестійкості трубобетонних колон найбільша увага приділена граничному стану втрати несучої здатності за умов відсутності крихкого руйнування, у той же час питання відшарування сталеві обійми від бетонної основи за умов крихкого руйнування майже не розглядалося.
3. При проведенні досліджень було б доцільно вивчити сполучення геометричних параметрів трубобетонних колон, коли не спостерігається втрати стійкості сталеві обійми за умов впливу стандартного температурного режиму пожежі.
4. З описання розроблених обчислювальних алгоритмів не зрозуміло яким чином їх можна використати для трубобетонних колон із прямокутним перерізом, або перерізом іншого профілю.
5. У дисертації для дослідження адекватності результатів оцінки вогнестійкості труботонних колон, отриманих із використанням метода кінцевих елементів, використані результати випробувань, що проведені за чинними стандартами України, що за думкою автора є недосконалыми, а результати, що проводилися за європейськими методиками для цього застосовані не були.
6. При проведенні експериментів температури були виміряні тільки на поверхні сталеві обійми без вогнезахисту, хоча для більшої достовірності вимірювань потрібно було б провести також вимірювання і для колон із шаром вогнезахисного матеріалу.

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Зміст автореферату ідентичний до основних положень дисертації. Дисертація містить науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні

результати, наукові положення, відомості і документи, що підтверджують практичне використання отриманих результатів, характеризується єдністю змісту.

Висновок

Враховуючи вищевикладене, необхідно відзначити, що дисертаційна робота Харишина Дем'яна Васильовича є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на основі обґрунтованих експериментальних та розрахункових результатів вирішено актуальну науково-технічну задачу щодо удосконалення табличного методу оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит із двотавровими сталевими балками.

На основі викладеного вважаю, що дисертаційна робота задовольняє вимогам п.п. 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. зі змінами), а здобувач Харишин Дем'ян Васильович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Офіційний опонент:

Начальник науково-дослідного центру
технічного регулювання
Українського науково-дослідного інституту
цивільного захисту,
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник

В.В. Ніжник

Підпис Ніжника В.В. засвідчую

Учений секретар
Українського науково-дослідного інституту
цивільного захисту,
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник



С.Ю. Огурцов