

УДК 624.012

В.М. Нуязін, к.т.н., Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОЛОНИ

Обґрунтовано методику, яка дозволяє визначати залежність між тривалістю впливу кліматичних факторів та зниженням межі вогнестійкості залізобетонних колон. З використанням розробленої методики визначено межі вогнестійкості залізобетонних колон перерізом (0,3×0,3) м та довжиною 3,5 м, виготовлених з важкого бетону В30 та гранітного заповнювача після 5, 10, 15 та 20 років впливу кліматичних факторів. Представлено залежність вогнестійкості залізобетонних колон від тривалості впливу кліматичних факторів.

Ключові слова: вогнестійкість, межа вогнестійкості, штучне старіння, залізобетонна колона.

Постановка проблеми. Після розпаду Радянського Союзу, в Україні призупинено велику кількість будівництв і з'явилися так звані довгобуди. Залізобетонні конструкції, зокрема колони, таких об'єктів зазнають впливу кліматичних факторів (змінення температури, атмосферні опади, сонячна радіація тощо), що призводить до змінення їх функціональних властивостей [1]. За останні роки відновлено будівництво більшої частини таких об'єктів, що обумовило актуальність питання забезпечення їхньої пожежної безпеки. На теперішній час нормативними документами не передбачено оцінювання вогнестійкості залізобетонних колон, які зазнали впливу кліматичних факторів, а будівлі, зведені з їх використанням, здаються як новобудови. Це призводить до порушень вимог стосовно забезпечення пожежної безпеки та до підвищення рівня загрози життєдіяльності громадян, які мешкають або працюють у таких будівлях.

Дослідженням вогнестійкості залізобетонних колон займалися і займаються багато вчених, зокрема Яковлев О.І., Ройтман В.М., Бушев В.П., Мілованов О.Ф., Фомін С.Л., Страхов В.Л., Круковський П.Г., Новак С.В., T. Lie, V. Bartelemini, G. Kgruppa, T. Harmathy, проте в їх роботах не досліджено вплив кліматичних факторів на змінення вогнестійкості залізобетонних колон, які зазнали впливу цих факторів. Ця обставина може призвести до серйозних людських та матеріальних збитків, адже більшість відновлених будівництв - це житлові будинки, тому розробка та обґрунтування методики, яка б дозволяла враховувати вплив кліматичних факторів на вогнестійкість залізобетонної колони є актуальною задачею, вирішення якої створює передумови уникнення помилок при відновленні будівництва будівель та споруд, виходячи з вимог пожежної безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що на теперішній час визначення вогнестійкості залізобетонних колон проводиться трьома шляхами:

- експериментальним [2];
- розрахунковим [3, 4];
- експериментально-розрахунковим [5].

За основу при розробці методики нами вибрано експериментально-розрахунковий метод, який має ряд переваг над експериментальним та розрахунковим. Його реалізація потребує значно менших матеріальних та трудових затрат в порівнянні з експериментальним та не потребує демонтажу конструкцій. Результати, отримані за допомогою цього методу, точніші від результатів отриманих розрахунковим методом, через можливість враховування більшої кількості параметрів.

Експериментально-розрахунковий метод визначення вогнестійкості залізобетонних колон передбачає розв'язок двох задач: теплотехнічної та статичної. Розв'язання цих задач базується на даних, які отримуються в експериментальній частині досліджень.

Постановка завдання та його вирішення. Для врахування впливу кліматичних факторів на вогнестійкість залізобетонних колон пропонується застосувати методику, яка включає експериментальні та розрахункові операції, послідовність яких відповідає структурно-логічній схемі, що подана на рис. 1. Дана методика дозволяє визначати межу вогнестійкості залізобетонних колон довільного розміру, форми та складу, а також враховувати вплив кліматичних факторів будь-якого кліматичного району та визначеної тривалості.

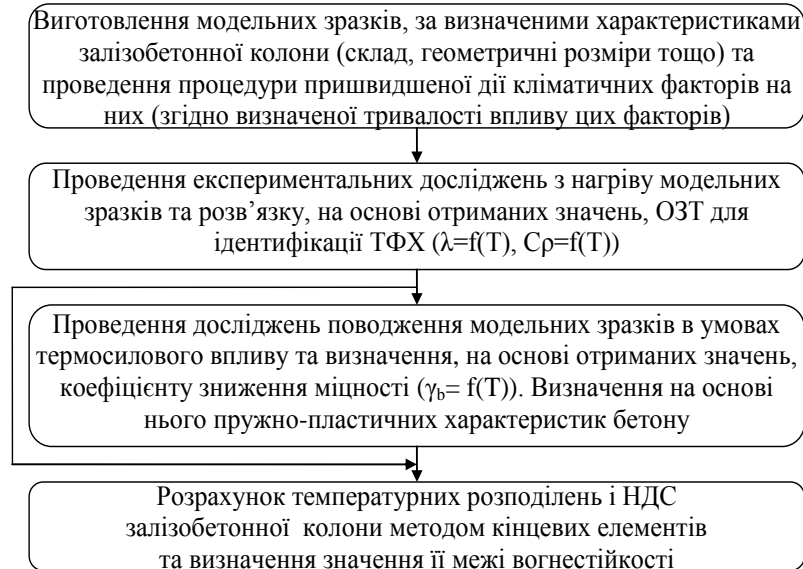


Рисунок 1 - Структурно-логічна схема методики врахування впливу кліматичних факторів при визначенні вогнестійкості залізобетонних колон.

Сутність запропонованої методики полягає у визначенні питомої теплоємності, коефіцієнтів теплопровідності та зниження міцності зразків бетону, які зазнали впливу кліматичних факторів з подальшим їх застосуванням для розрахунку межі вогнестійкості залізобетонних колон з використанням МКЕ.

Першим етапом методики є виготовлення бетонних зразків та проведення процедури пришвидшеної дії кліматичних факторів на них. Для відповідності виготовлених зразків бетону залізобетонної колони, вогнестійкість якої необхідно оцінити, проводиться аналіз будівництва, де знаходиться колона. В процесі аналізу встановлюються відомості про геометричні розміри колони, марку бетону, вид заповнювача та арматури, а також в якому кліматичному районі знаходиться будівництво та яка тривалість впливу кліматичних факторів на об'єкт.

Методика виготовлення та формування бетонних зразків описана в [6]. Розміри перерізу бетонних зразків відповідають розмірам перерізу залізобетонної колони, яка досліджується.

Для отримання бетонних зразків із заданою тривалістю дії кліматичних факторів використовується розроблена методика пришвидшеної дії кліматичних факторів для бетону, яка представлена в [6]. Дана методика розроблена для північно-західного кліматичного району, найбільш характерного для України, проте за необхідністю вона легко адаптується для будь-якого кліматичного району. Методика пришвидженої дії кліматичних факторів реалізується в кліматотермокамері ТВV-1000. Для дослідження використовується 2 види зразків. Перший вид – зразки, розміром 300мм×300мм×250 мм, які застосовано для дослідження впливу кліматичних факторів на теплофізичні характеристики (ТФХ) бетону [6]. Другий вид – зразки, розміром 75мм×75мм×250мм, для дослідження впливу кліматичних факторів на міцнісні характеристики бетону [6].

Для реалізації другого етапу методики проводяться експериментальні дослідження бетонних зразків за методикою, яка описана в [6]. За отриманими експериментальними

даними розв'язується обернена задача теплопровідності (ОЗТ) та ідентифікуються значення ТФХ бетону зразків, що досліджуються.

Для визначення впливу кліматичних факторів на міцнісні характеристики бетону проводиться комплекс експериментальних досліджень [6]. В результаті проведених досліджень отримуємо залежність коефіцієнта міцності бетону від температури.

На останньому етапі розробленої методики проводиться розрахунок напружено-деформаційного стану (НДС) залізобетонної колони з врахуванням змін теплофізичних та міцнісних характеристик бетону після впливу кліматичних факторів. За розрахованими даними буде крива деформації залізобетонної колони, яка дозволяє прослідити момент втрати стійкості залізобетонної колони при різкому наростанні переміщень та оцінити межу вогнестійкості, яка співпадає з настанням даного моменту.

З використанням розробленої методики проведено розрахунок НДС залізобетонних колон за результатами досліджень бетонних зразків після 5, 10, 15 та 20 років впливу кліматичних факторів.

Розрахунок межі вогнестійкості залізобетонної колони, які зазнали впливу кліматичних факторів, проведено з урахуванням ТФХ та уточнених характеристик, які отримано в результаті попередніх та комбінованих досліджень бетонних зразків. Розрахунок проводився в середовищі ANSYS Multiphysics.

На основі отриманих експериментальних даних було проведено розрахунок для залізобетонної колони з важкого бетону В30 на гранітному заповнювачі, розмірами перерізу 300×300 мм та довжиною 3500 мм, з повздовжньою арматурою діаметром 21 мм зі сталі А400 та поперечною арматурою діаметром 8 мм зі сталі А240, захисний шар бетону складає 42 мм, на кінцях колони має додаткове армування для протидії стискаючим навантаженням з комірною 5×5 та діаметром арматури 6 мм.

В результаті проведеного розрахунку побудовано залежність повздовжніх деформацій від тривалості вогневого впливу (рис. 2) та визначено значення межі вогнестійкості (табл. 1).

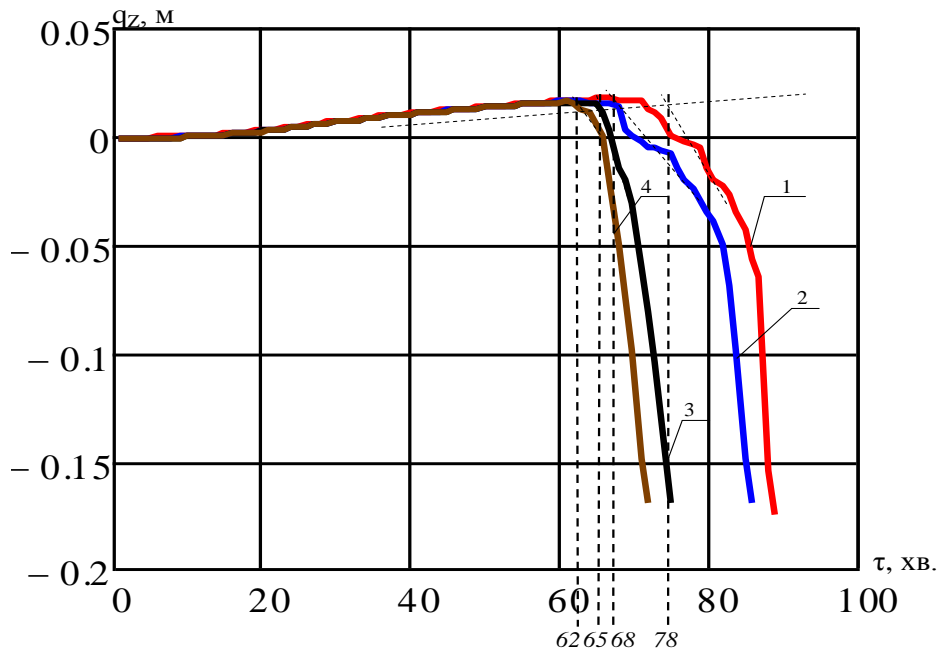


Рисунок 2 - Залежності повздовжніх деформацій залізобетонних колон, які зазнали впливу кліматичних факторів від тривалості вогневого впливу.

Таблиця 1 - Межі вогнестійкості та коефіцієнт втрати вогнестійкості залізобетонних колон з нового бетону та бетону, який зазнав впливу кліматичних факторів тривалості 5, 10, 15 та 20 років

Тривалість впливу кліматичних факторів, роки	Межа вогнестійкості, хв.	Поправочний коефіцієнт втрати вогнестійкості
0	87	1
5	78	0,89
10	68	0,78
15	65	0,75
20	62	0,71

За даними (рис. 2), отриманими в результаті розрахунку, визначено залежність зниження межі вогнестійкості залізобетонних колон від часу впливу кліматичних факторів (рис. 3) та розраховано поправочний коефіцієнт втрати вогнестійкості залізобетонних колон (1), які зазнали впливу кліматичних факторів.

$$K_{в.в.} = R_{з.к.} / R_{н.к.}, \quad (1)$$

де $R_{з.к.}$ – межа вогнестійкості зістареної колони, хв.; $R_{н.к.}$ – межа вогнестійкості нової колони, хв.

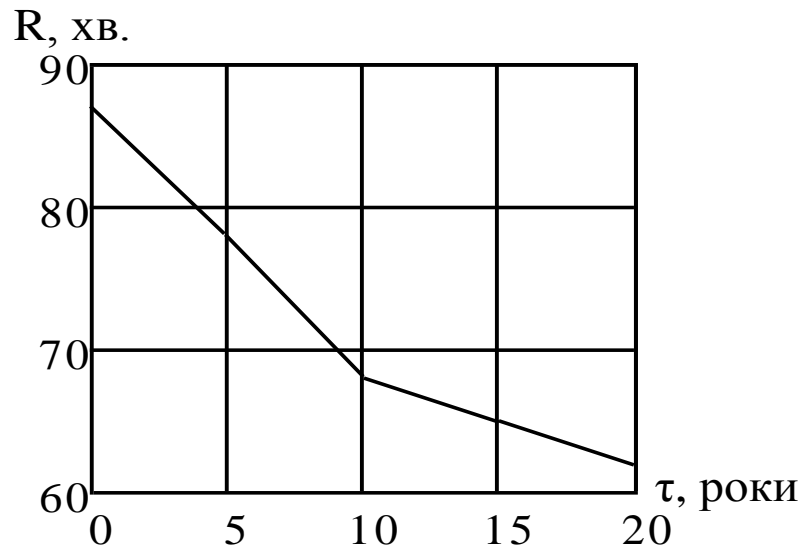


Рисунок 3 - Залежність вогнестійкості залізобетонних колон від тривалості впливу кліматичних факторів.

Аналіз отриманих даних (рис. 2, 3, табл. 1) показав, що значення межі вогнестійкості залізобетонної колони, яка визначена за результатами досліджень бетонних зразків після 5 років впливу кліматичних факторів знизилось на 9 хвилин, 10 років - знизилось на 19 хвилин, 15 років - знизилось на 22 хвилин та 20 років - на 25 хвилин порівняно зі значенням межі вогнестійкості для колон, які не зазнали впливу кліматичних факторів.

Отримані результати роблять необхідним визначення вогнестійкості залізобетонних колон після впливу природних кліматичних факторів та включення методики дослідження впливу кліматичних факторів на вогнестійкість залізобетонних колон у нормативні документи.

Також, у результаті досліджень визначено поправочний коефіцієнт, який враховує зміну вогнестійкості залізобетонних колон під впливом кліматичних факторів. За допомогою даного коефіцієнту можливо визначити вогнестійкість залізобетонної колони перерізом (0,3×0,3) м та довжиною 3,5 м, виготовленої з важкого бетону В30 та гранітного заповнювача після тривалого (до 20 років) впливу кліматичних факторів. Для цього потрібно за

довідниковими даними визначити вогнестійкість залізобетонної колони до початку її експлуатації та помножити на поправочний коефіцієнт, який відповідає тривалості впливу кліматичних факторів. Вразі, якщо необхідно визначити величину поправочного коефіцієнту, між визначеними значеннями, потрібно використати спосіб інтерполяції.

Висновки. У результаті проведених досліджень вирішено актуальну науково-технічну задачу по дослідженню впливу кліматичних факторів на вогнестійкість залізобетонних колон. При цьому обґрунтовано алгоритм та запропоновано методикою оцінювання вогнестійкості залізобетонних колон, сутність якої полягає у визначенні питомої теплоємності, коефіцієнтів теплопровідності та зниження міцності зразків бетону, які зазнали впливу кліматичних факторів з подальшим їх застосуванням для розрахунку межі вогнестійкості залізобетонних колон з використанням МКЕ.

Розрахунки меж вогнестійкості залізобетонних колон за розробленою методикою показали, що в результаті впливу кліматичних факторів значення межі вогнестійкості залізобетонної колони, яка визначена за результатами досліджень бетонних зразків, після 5 років впливу кліматичних факторів знизилось на 9 хвилин, 10 років - знизилось на 19 хвилин, 15 років - знизилось на 22 хвилин та 20 років - на 25 хвилин порівняно зі значенням межі вогнестійкості для колон, які не зазнала впливу цих факторів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Руфферт Г. Дефекты бетонных конструкций / Гюнтер Руфферт ; пер. с нем. И. Г. Зеленцова ; под ред. канд. техн. наук В. Б. Семенова. – М. : Стройиздат, 1987. – 111 с.
2. ДСТУ Б В.1.1-4-98. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожежна безпека. Протипожежні вимоги в галузі проектування та будівництва. // С. 425-445. – Т. 6. – Київ: Пожінформтехніка, 2000.
3. EN 1992-1-2:2004 “Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design” - European Committee for Standardization, Brussels 2004.
4. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций: СТО 36554501-006-2006. – [Действующий от 2006-11-01]. - М.: НИЦ Строительство, 2006.
5. Некора О. В. Розрахунково-експериментальний метод визначення вогнестійкості стиснутих елементів залізобетонних будівельних конструкцій : дис. ... кандидата техн. наук : 21.06.02 / Некора Ольга Валеріївна. – Черкаси, 2008. – 147 с.
6. Методика вивчення властивосте бетону в умовах нагріву після штучного старіння / Поздєєв С.В., Осипенко В.І., Поздєєв А.В., Нуянзін В.М. // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. Черкаси:АПБ. – Випуск 1.– 2008. – С. 94-98