

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

МАТЕРІАЛИ
круглого столу (вебінару)

«ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЮ НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЙ, РЕАГУВАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ ЇХ
НАСЛІДКІВ»



23 лютого 2023 року
Харків

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

АНДРОНОВ Володимир Анатолійович, проректор з наукової роботи – начальник науково - дослідного центру Національного університету цивільного захисту України, заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор.

Заступник голови:

УДЯНСЬКИЙ Микола Миколайович, начальник факультету цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

Члени комітету:

АРТЕМЄВ Сергій Робленович, завідувач кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки факультету техногенно-екологічної безпеки Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

ДАНІЛІН Олександр Миколайович, начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності факультету цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

ОТРОШ Юрій Анатолійович, начальник кафедри пожежної профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, професор.

СОБИНА Віталій Олександрович, начальник кафедри організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт факультету цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

ТЮТЮНИК Вадим Володимирович, начальник кафедри управління та організації діяльності у сфері цивільного захисту факультету цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, професор.

ШЕВЧУК Олександр Русланович, начальник кафедри піротехнічної та спеціальної підготовки факультету цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, кандидат наук з державного управління.

Технічний секретар:

ГАРБУЗ Сергій Вікторович, доцент наглядово-профілактичної діяльності факультету цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук.

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків. Матеріали круглого столу (вебінару). – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 23 лютого 2023. – 251 с.

Організаційний комітет (редакційна колегія) не несе відповідальності за зміст та стилістику матеріалів, представлених у збірнику.

© Національний університет
цивільного захисту України, 2023

МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ПРОГРІВУ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Ковальов А.І., к.т.н., с.н.с., НУЦЗ України

Пурденко Р.Р., НУЦЗ України

Рибка Є.О., д.т.н., проф., НУЦЗ України

Визначення меж вогнестійкості вогнезахищених та незахищених будівельних конструкцій можна проводити як розрахунковими методами, так і на підставі експериментальних випробувань на вогнестійкість. Водночас, незважаючи на наявність вимог щодо температурних впливів, на практиці ними часто нехтують, що призводить до значних економічних втрат. При цьому розвиток методів розрахунку вогнестійкості конструкцій, особливо в частині розв'язання теплотехнічної задачі, стало можливим завдяки використанню сучасного комп'ютерного програмного забезпечення [1].

Невирішеною частиною проблеми є відсутність можливості оцінювання вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій за допомогою адекватних комп'ютерних моделей, які дозволили б моделювати нестационарний прогрів вогнезахищених залізобетонних конструкцій. При цьому, такі моделі повинні мати можливість визначати температуру в будь-якому перерізі конструкції (в будь-якій точці та момент часу) за умов впливу стандартизованих температурних режимів пожежі та враховувати параметри вогнезахисних покриттів. Розв'язання даної проблеми призведе до можливості оцінювання вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних конструкцій з достатньою (до 5 %) для інженерних розрахунків точністю. Розв'язання задачі нестационарної теплопровідності зводилося до визначення температури бетону вогнезахищеного залізобетонного перекриття у будь-якій точці поперечного перерізу в заданий час.

Алгоритм розрахунку полягав у визначенні температури у кожному вузлі перерізу розробленої розрахункової моделі. Координатна сітка накладалася так, щоб її вузли розташовувалися не тільки в товщині перерізу, але і по його периметру. Також вузли мали розміщатися у центрі стержнів для конструкцій з гнучкою арматурою, і по довжині полиць та стінки в середині їхньої товщини для конструкцій з жорсткою арматурою. Крок сітки рекомендується задавати в межах 0,01–0,03 м, але обов'язково він повинен бути більшим за максимальний діаметр робочої арматури (12 мм). Одним з найважливіших етапів скінчено-елементного аналізу є побудова сітки кінцевих елементів. Точність розрахунку за допомогою методу кінцевих елементів залежить від правильного вибору типів та розмірів кінцевих елементів. Була обрана прямокутна сітка з чотирма вузлами, що дає точніші результати, ніж сітка з трикутними елементами, що пояснюється наступним чином. Дрібна сітка потрібна там, де очікується великий градієнт деформацій чи напруг (отвір, виточення, тріщина тощо). У той же час, сітка великих розмірів може застосовуватися в зонах з відмінними деформаціями або напруженнями, що мало змінюються, а також в областях, що не становлять особливої цікавості для розрахунків. У зв'язку з цим, перед створенням скінчено-елементної сітки необхідно виділити передбачувані області концентрації напружень. Розмір скінченого елемента плити перекриття задавався більше 1/6 прольоту плити, але не менше ніж 1/15 прольоту плити. Було задано 10 кінцевих елементів на проліт плити перекриття.

Таким чином, сітка скінчених елементів має в основі наближені до квадратів елементи, що є для розрахунку матриці ідеальним варіантом, довжина елементів не

перевищує 1/10 розміру поперечного перерізу, що відповідає рекомендації по формуванню сітки кінцевих елементів. Зменшення розмірів призведе до збільшення значної кількості кінцевих елементів, а це призведе до збільшення часу розрахунку і використання більш потужної обчислювальної техніки, а на аналіз результатів впливу не матиме.

Було змодельовано поперечний переріз багатопустотного залізобетонного перекриття, використовуючи 15-у ознаку схеми в програмному середовищі ЛІРА-САПР (рис. 2).

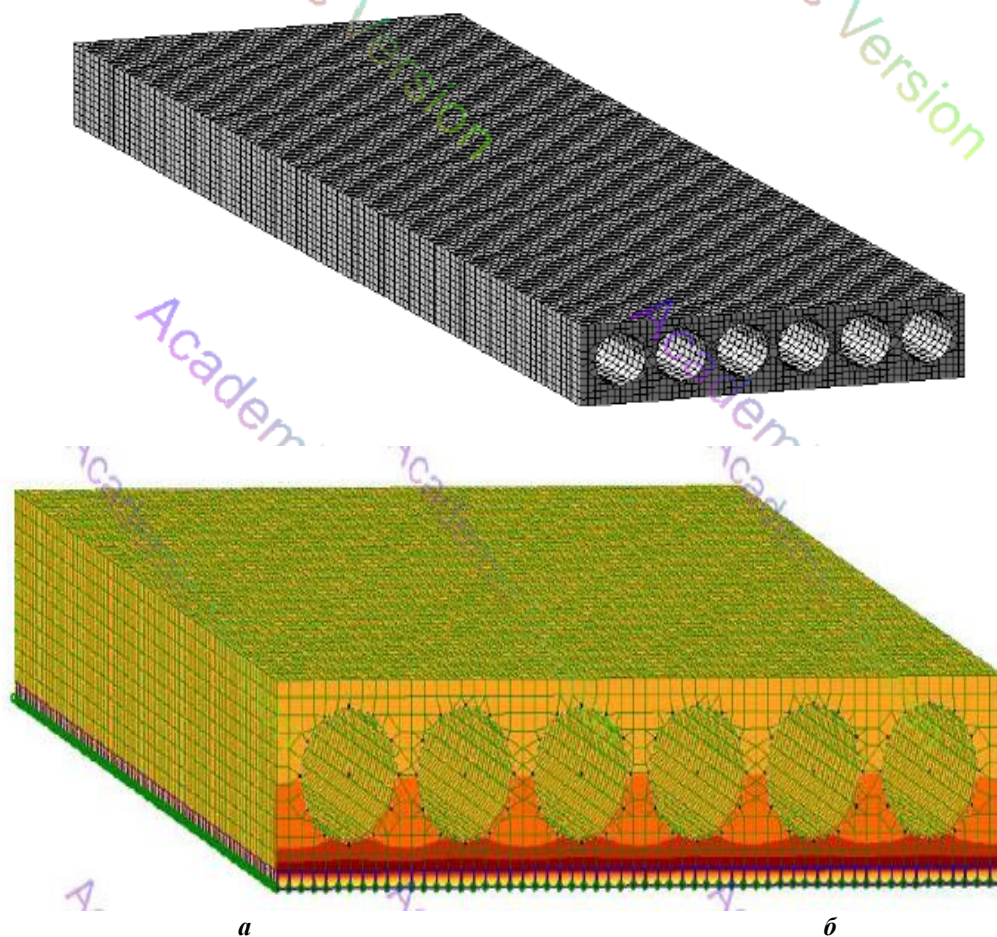


Рис. 1. Модель залізобетонного перекриття в 3D (*a*, *б*) постановці: *a* – залізобетонне перекриття; *б* – вогнезахищене залізобетонне перекриття

ЛІТЕРАТУРА

1. Kovalov, A., Purdenko, R., Otrosh, Y., Tomenko, V., Rashkevich, N., Shcholokov, E., Pidhornyy, M., Zolotova, N., Suprun, O. (2022). Assessment of fire resistance of fireproof reinforced concrete structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (119)), 53–61. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266219>.