

УДК 624.074.04

к.т.н., доцент Колякова В.М., Божинський М.О.,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ І ДЕФОРМАЦІЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ПРИ ТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕОМ

*Наведено дані моделювання одностороннього впливу підвищеної температури на залізобетонну колону з відображенням у моделі прогріву поперечного перерізу колони та моделюванням арматурного каркасу в програмному комплексі ЛИРА.*

**Ключові слова:** бетон, залізобетон, моделювання, температурні впливи, ПК ЛИРА.

**Вступ.** Актуальним на даний час є розрахунки та моделювання конструкцій за допомогою програмних комплексів, що значно полегшує проведення складних та об'ємних розрахунків. При розрахунках з вогнестійкості, програмні комплекси дозволяють підвищити точність визначення напружено-деформованого стану окремих конструкцій, а також будівлі у цілому.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Під час аналізу літературних джерел [1,2,3] була виявлена недостатня обізнаність проблеми моделювання температурних впливів на залізобетонні конструкції за допомогою програмних комплексів.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** З метою визначення залежності напружено-деформованого стану залізобетонної колони від дії підвищених температур, запропоновано чисельне моделювання зусиль і переміщень у залізобетонному елементі з використанням ПК ЛИРА [3]. При представленні залізобетонних конструкцій особливе значення має наближене до реального моделювання нагрівання поперечного перерізу конструкцій, та арматурного каркасу.

Моделювання за допомогою програмних комплексів може відкинути необхідність у проведенні натурних випробувань для нових конструкцій.

**Постановка задачі дослідження.** За дослідний зразок прийнята залізобетонна колона розміром 400x400x4000мм, яка виконана з бетону класу С 20/25 (В25) та арматура класу А400С діаметром 14мм. Використано чотири стержні по кутам перерізу з захисним шаром бетону 40мм (рис.1.). Защемлення колони жорстке знизу, та ковзна опора зверху з можливістю переміщення по осі Z. З метою більш достовірного моделювання умов роботи по осі Z прикладено навантаження в 784 кН. (рис.2).

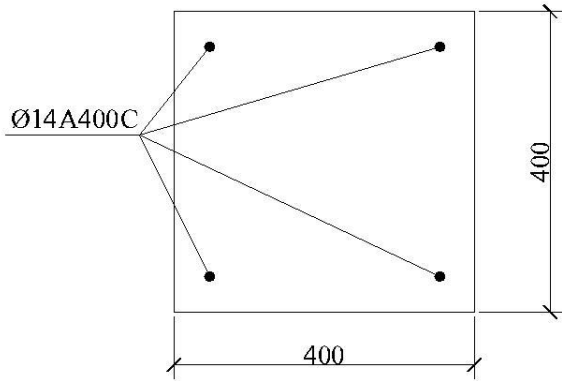


Рис. 1. Розрахунковий переріз колони.

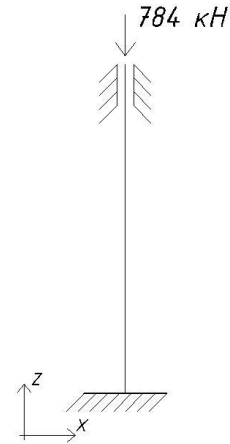


Рис. 2. Розрахункова схема защемлення колони.

Колону моделюють у лінійній постановці за допомогою об'ємних скінченних елементів №36, з 6-ма ступенями вільності у вузлі. Поперечний переріз колони поділено на 40 скінченних елементів по осі X та на 40 елементів по осі Y, по осі Z колону поділено на 40 частин.

Для розрахунку температурного впливу на колону використано температуру при стандартному режимі пожежі. Температура зовнішньої грані колони при тривалості пожежі в 30, 60, 90, 120 хвилин, прийнята 900, 950, 1000, 1050 °C відповідно. Схема та величина прикладеного температурного навантаження для пожежі тривалістю 90 хвилин зображена на рис.3.

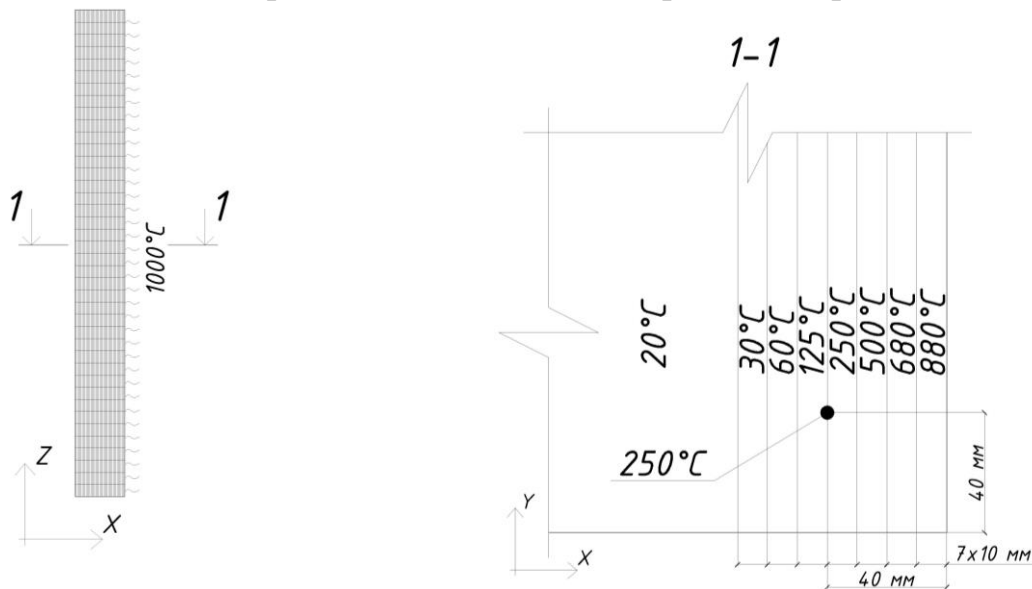


Рис.3. Схема прикладеного температурного навантаження для пожежі тривалістю 90 хвилин

З результатів розрахунків, отримані та побудовані графіки залежності переміщень та напружень від прикладеного температурного навантаження.

Графіки побудовані за значеннями переміщень та напружень, що виникають у вузлі №33903 та в елементі №780 під час моделювання (рис.4).

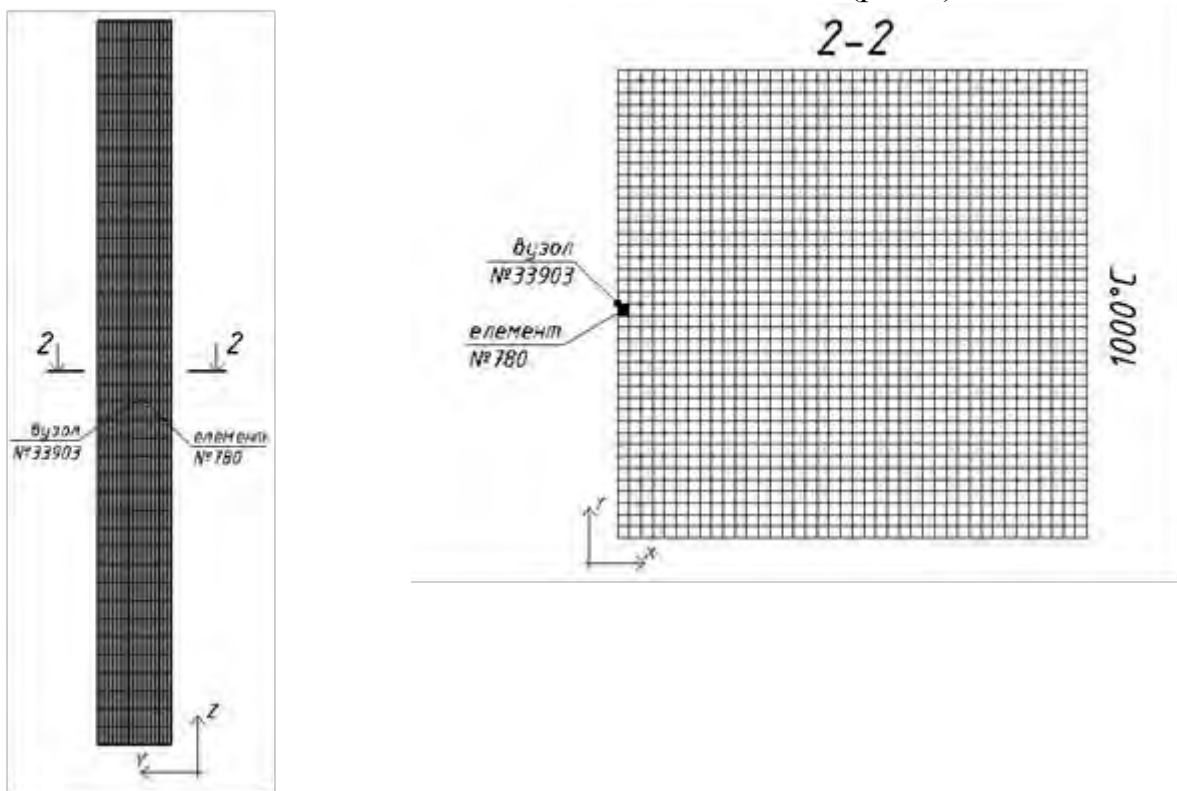


Рис. 4. Схема розміщення вузлів та скінченних елементів колони.

Розрахункова та деформована схема колони від нагрівання при тривалості пожежі в 90 хв наведені на рис.5 і 6. Для прикладу наведені ізополя переміщень по осі X та Z та ізополя напружень у перерізі 2-2 колони (рис.4.) при прогріві

Завантаження 1



Рис. 5. Розрахункова схема колони.

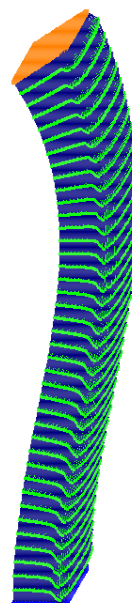


Рис. 6. Деформована схема колони.

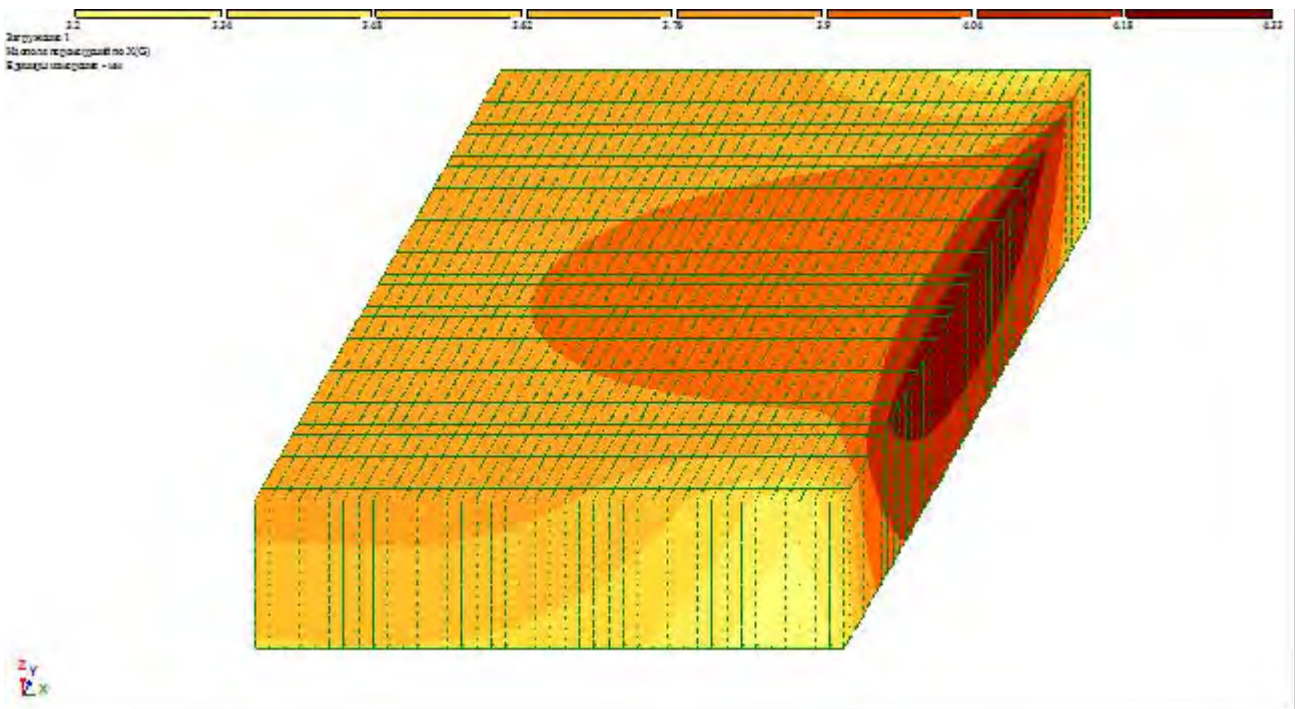


Рис.7. Изополя переміщень уздовж осі X, мм перерізу 2-2 залізобетонної колони при прогріві для пожежі тривалістю 90 хв.

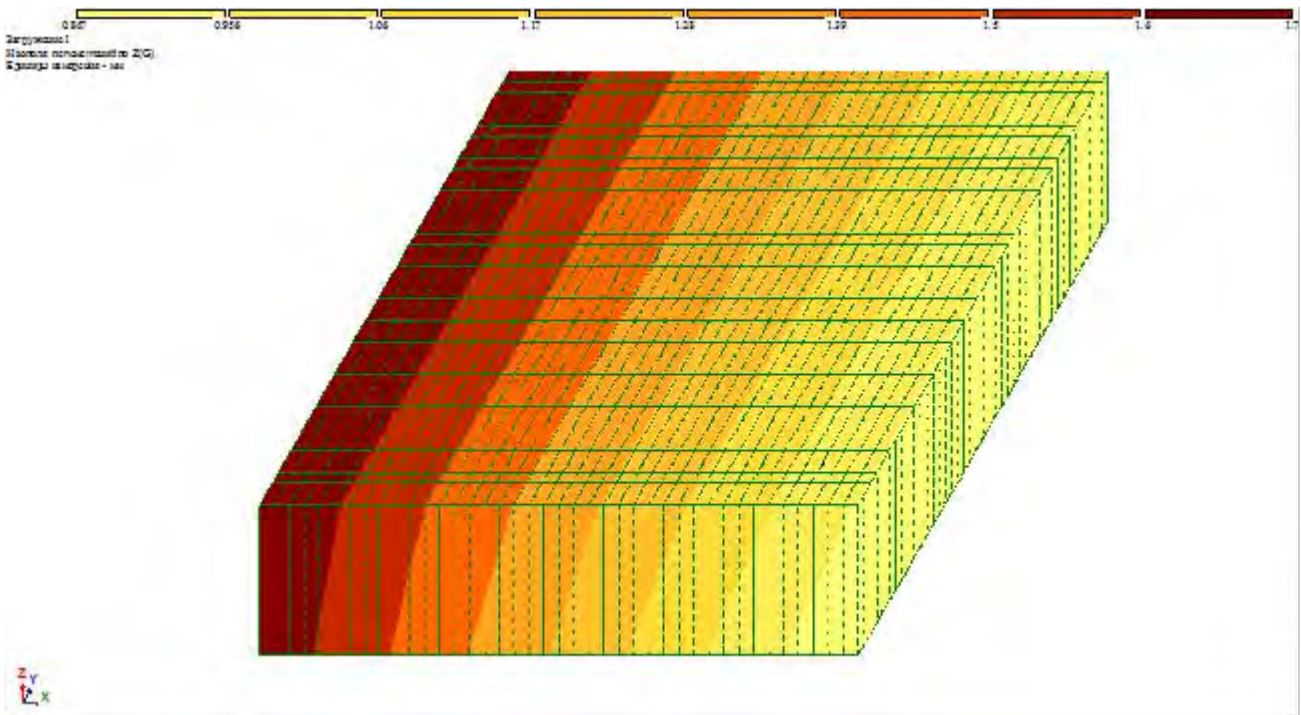


Рис.8. Изополя переміщень уздовж осі Z, мм перерізу 2-2 залізобетонної колони при прогріві для пожежі тривалістю 90 хв.

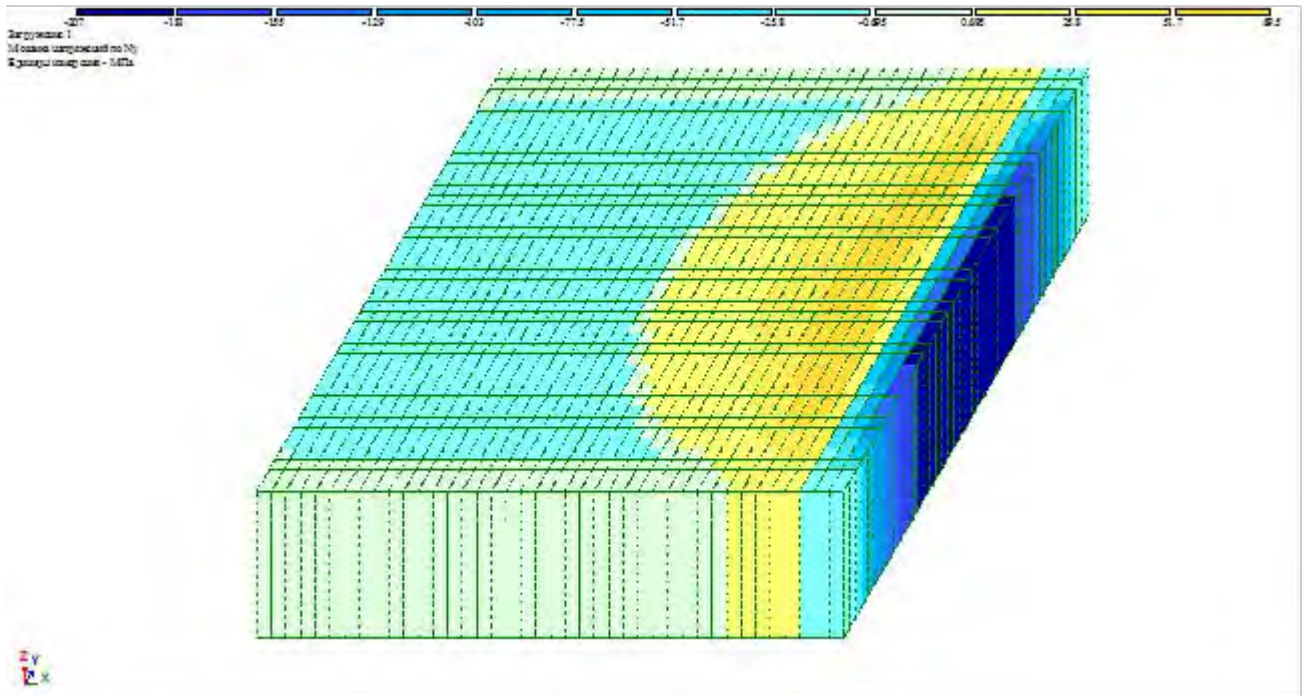


Рис.9. Ізополя напружень  $\sigma_y$ , МПа перерізу 2-2 залізобетонної колони при прогріві для пожежі тривалістю 90 хв.

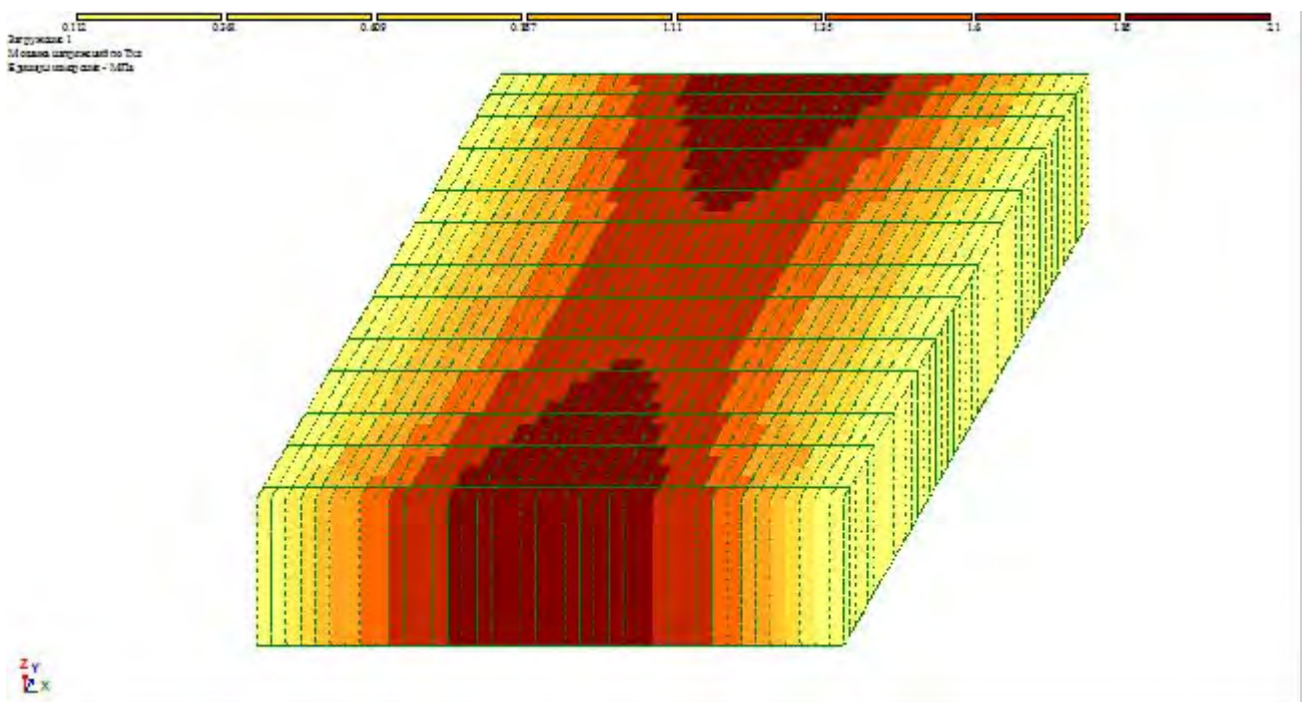


Рис.10. Ізополя напружень  $\tau_{xy}$ , МПа перерізу 2-2 залізобетонної колони при прогріві для пожежі тривалістю 90 хв.

На рис. 11,12 наведені графіки залежності переміщень вузла №33903 вздовж осей X та Z від впливу температури при стандартній пожежі.

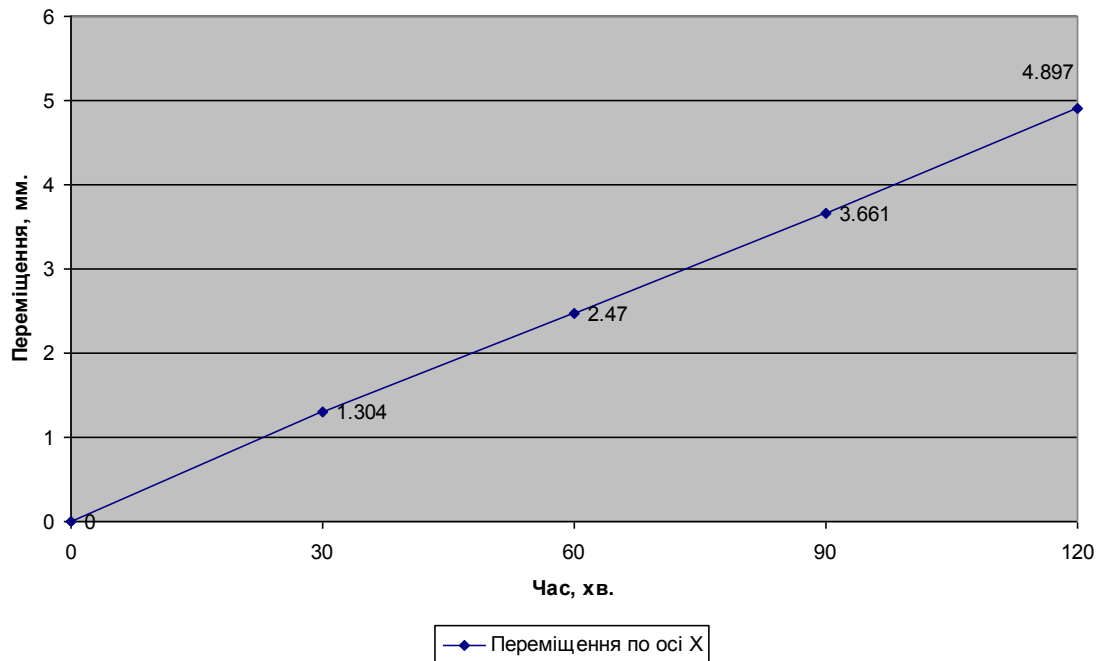


Рис. 11. Графік залежності переміщення вузла №33903 вздовж осі X в залежності від впливу температури стандартної пожежі.

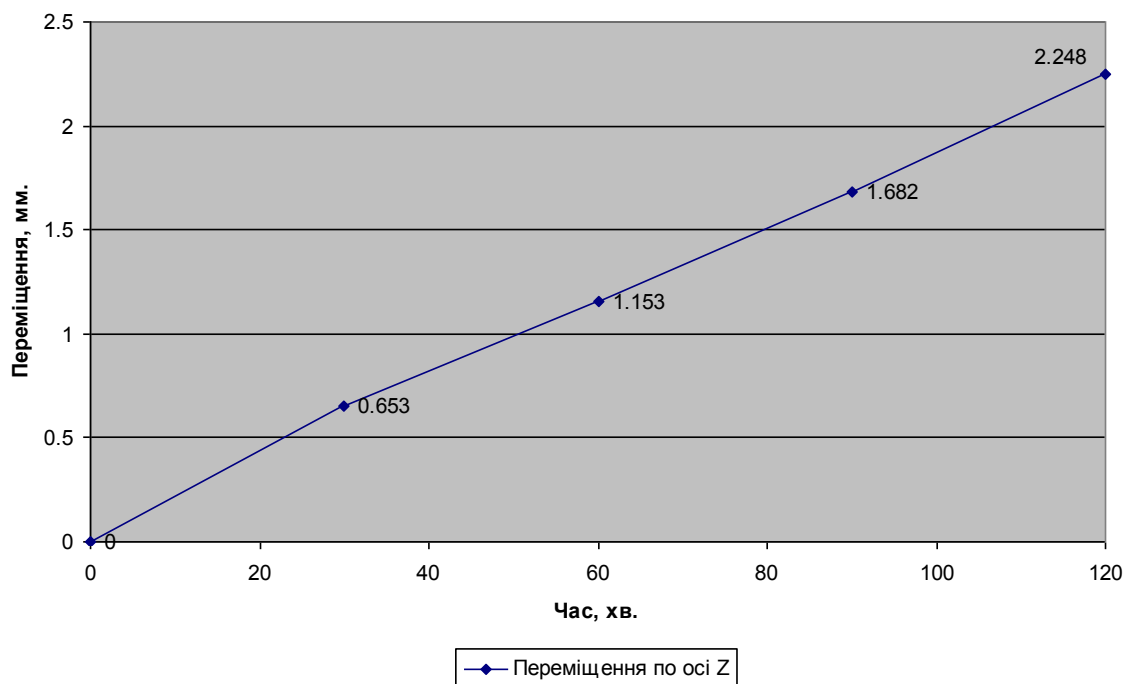


Рис. 12. Графік залежності переміщення вузла №33903 вздовж осі Z в залежності від впливу температури стандартної пожежі.

На рис.13,14 наведені графіки залежності нормальних та дотичних напружень в елементі №780 від впливу температури стандартної пожежі.

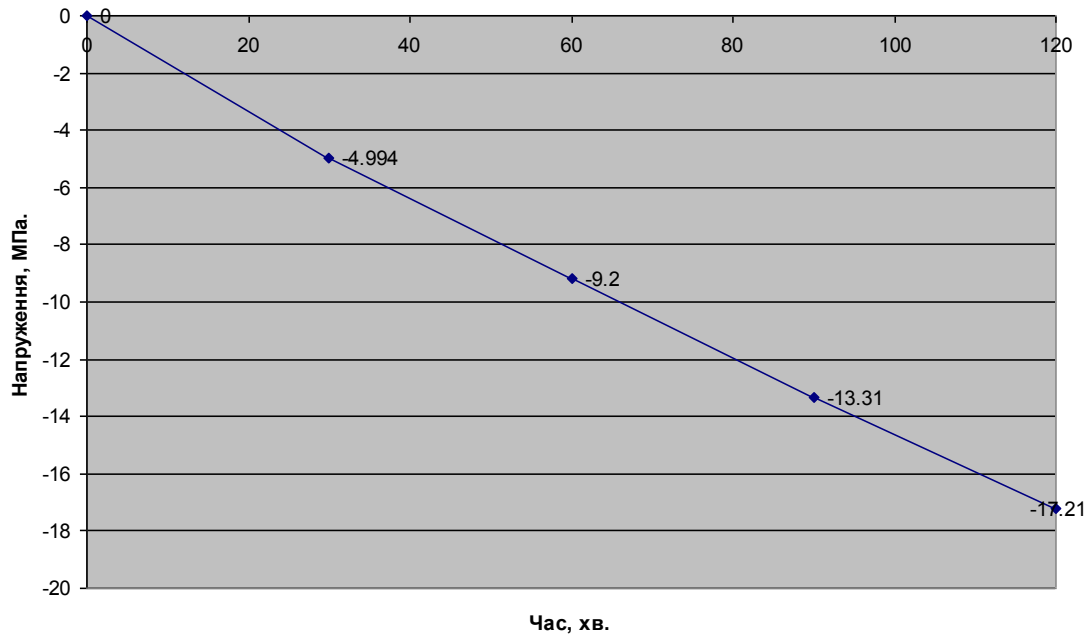


Рис. 13. Графік залежності напружень  $\sigma_y$ , МПа елеента №780 в залежності від впливу температури стандартної пожежі.

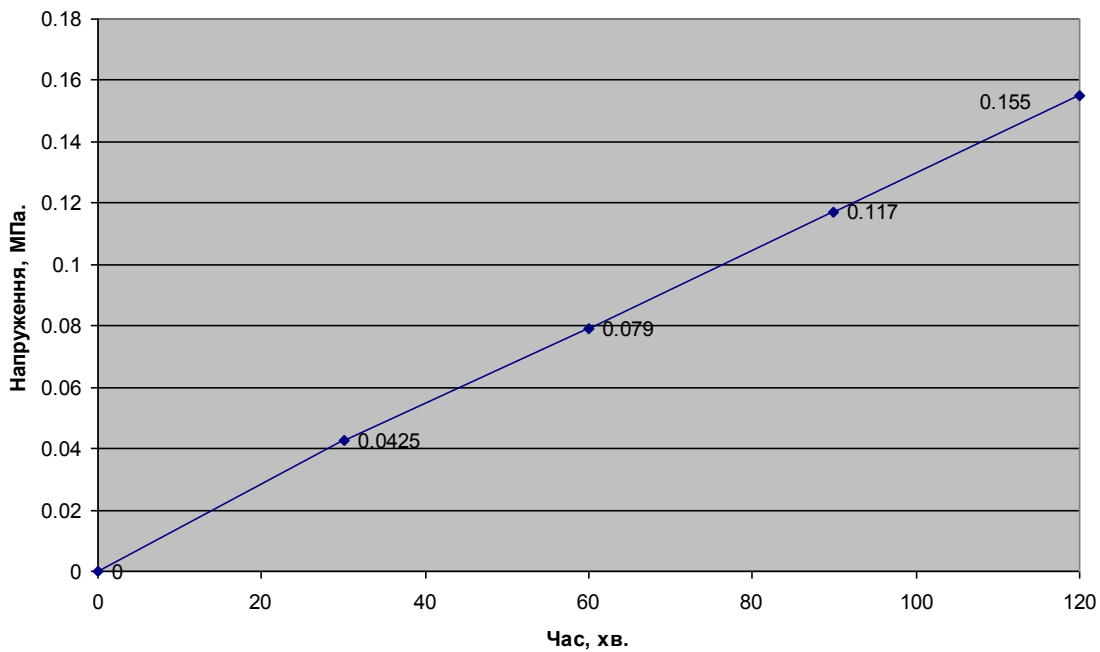


Рис. 14. Графік залежності напружень  $\tau_{xy}$ , МПа елеента №780 в залежності від впливу температури стандартної пожежі.

Після аналізу даних проведених розрахунків встановлено, що. Величина переміщення вузла №33903 при тривалості пожежі 90 хв. по осі X складає 3.661 мм, по осі Z складає 1,682 мм. Значення напружень  $\sigma_y$  в елементі №780 при тривалості пожежі 90 хв. склало -13,31 МПа, що майже у два рази менше

нормативного значення міцності на стиск бетону С20/25. Значення напружень  $\tau_{xy}$  в елементі №780 при тривалості пожежі 90 хв. склало 0,117 МПа.

### Висновки.

Отримані графіки залежностей переміщень та напружень від температурних впливів, мають лінійний характер це пов'язано з методом моделювання температурного навантаження у ПК ЛИРА.

Величина напружень  $\sigma_y$  у стиснутій зоні колони майже у два рази менша, за нормативне значення міцності на стиск бетону С20/25.

Можна зробити висновок, що бетон стиснутої зони колони при односторонньому нагріванні має значний запас міцності.

### Список використаних джерел

1. Колякова В.М. Дослідження напружено-деформованного стану залізобетонних плит при дії температурних впливів за допомогою ПК ЛИРА 9.4 / Колякова В.М., Халік Наро, Клименко В.В // Зб. "Дороги і мости", вип.11.-К.:ДерждорНДІ, 2009,С. 186-190.
2. Колякова В.М. Дослідження напружено-деформованного стану залізобетонних колон при дії температурних впливів за допомогою ПК ЛИРА 9.6 / Колякова В.М., Божинський М.О, // «Комунальное хозяйство городов», вип. 109.-Р.: НТС, 2013, С.27-32.
3. Милованов А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре.- М.: Стройиздат, 1998.-304с.
4. Городецкий А.С. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций./ Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В.// Учебное пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 89с.

### АННОТАЦИЯ

Приведены данные моделирования одностороннего воздействия повышенной температуры на железобетонную колонну с отражением в модели прогрева поперечного сечения колонны и моделированием арматурного каркаса в программном комплексе ЛИРА.

Ключевые слова: бетон, железобетон, моделирование, температурные воздействия, ПК ЛИРА.

### ABSTRACT

Presented data modelling unilateral influence of high temperature on concrete columns with reflection in the model warming cross-section of the column and reinforcing cage in software system LIRA.

Keywords: Concrete, temperature influences, PC LYRA.