

УДК 624.03+539.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ ІЗ ПОЛІМЕРБЕТОННИМ КАРКАСОМ

Анастасія Гайдар<sup>1</sup>, к. т. н., доц., Олександра Мартиш<sup>2</sup>, к. т. н., доц.,  
Олександр Мартиш<sup>3</sup>, к. т. н., доц., Артур Руженський<sup>4</sup>, студ.

<sup>1</sup> [nastuel\\_gaidar@pdaba.edu.ua](mailto:nastuel_gaidar@pdaba.edu.ua), <sup>2</sup> [martysh.oleksandra@pdaba.edu.ua](mailto:martysh.oleksandra@pdaba.edu.ua),

<sup>3</sup> [martysh.oleksandr@pdaba.edu.ua](mailto:martysh.oleksandr@pdaba.edu.ua), <sup>4</sup> [ruzhenkij@gmail.com](mailto:ruzhenkij@gmail.com)

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Актуальною проблемою будівництва є розробка та впровадження нових типів конструкційних матеріалів із поліпшеними характеристиками: високою міцністю, стійкістю до дії агресивних середовищ, морозостійкістю тощо. Одними з таких матеріалів є полімербетони [1]. Які мають наступні переваги: границя міцності вище, ніж у звичайного бетону у 4–6 разів (міцність на стиск) та до 10 разів (міцність на розтягнення); хімічна пасивність та висока стійкість до дії агресивних речовин; висока морозостійкість (витримують 300–500 циклів заморожування і відтавання, при яких зберігаються первинні фізико-механічні властивості); опір стиранню у 10–15 разів вище, ніж у звичайного бетону; короткий час застигання суміші; щільна і рівна поверхня; ремонтпридатність; естетичний зовнішній вигляд, різноманітність відтінків і фактур.

Полімербетони можуть ефективно використовуватись у сучасному будівництві при виготовленні монолітних елементів конструкцій, таких як стінові панелі, плити, колони каркасних будівель [2]. Густина і модуль пружності полімербетонів, які можуть застосовуватись для зведення каркасів будівель, приблизно дорівнюють аналогічним характеристикам цементних бетонів, тоді як міцність полімербетонів у кілька разів вища. Завдяки цьому можна зменшити розміри поперечних перерізів конструктивних елементів, зменшити вагу та матеріаломісткість споруди. Метою роботи є дослідити, як зміняться динамічні характеристики каркасу десятиповерхового будинку, якщо його буде виготовлено з полімербетону.

Розглянуто 2D модель десятиповерхового будинку із залізобетонним каркасом. Чисельне моделювання виконувалось методом скінченних елементів у ПК ЛІРА-САПР. За допомогою модального аналізу у визначено частоти та періоди власних коливань. Відзначимо, що періоди перших трьох форм власних коливань належать до діапазону переважаючих періодів сейсмічних акселерограм 0,1...2,0 с [3] і, таким чином, є небезпека резонансу у випадку землетрусу.

Виконано розрахунок будинку на дію сейсмічного навантаження із розрахунковою амплітудою прискорення основи 0.4g, що відповідає району сейсмічності 9 балів. При цьому максимальні горизонтальні переміщення верхнього поясу каркасу склали 176 мм.

Одержано нові аналітичні формули, які дозволяють наближено оцінити розміри конструктивних елементів полімербетонного каркасу в залежності від коефіцієнту підвищення міцності  $\eta = \sigma_{max}^{(p)} / \sigma_{max}$ , де  $\sigma_{max}^{(p)}$ ,  $\sigma_{max}$  – границі міцності полімербетону та цементного бетону відповідно. Результати розрахунків свідчать, що підвищення міцності матеріалу у 5 разів дозволяє знизити вагу каркасу у 3.4 рази.

Зменшення ваги конструкції призводить до підвищення частот власних коливань. Але зі зменшенням поперечних розмірів конструктивних елементів також зменшується жорсткість споруди, що у свою чергу призводить до зниження власних частот. Таким чином, ці два ефекти у певній мірі компенсують дію один одного. На рис. 1 наведено частоти перших шести форм власних коливань десятиповерхового полімербетонного будинку (цифрами позначено номери форм).

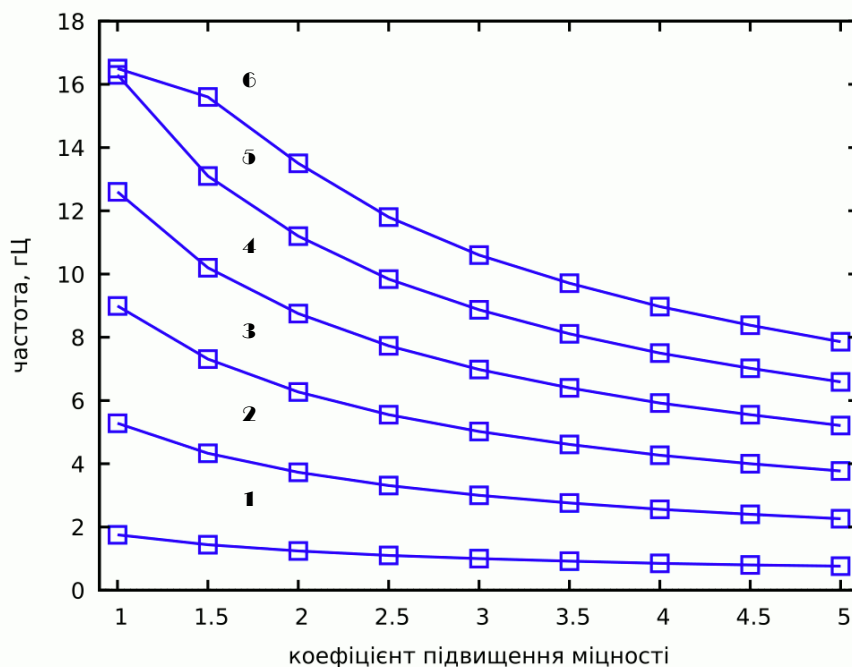
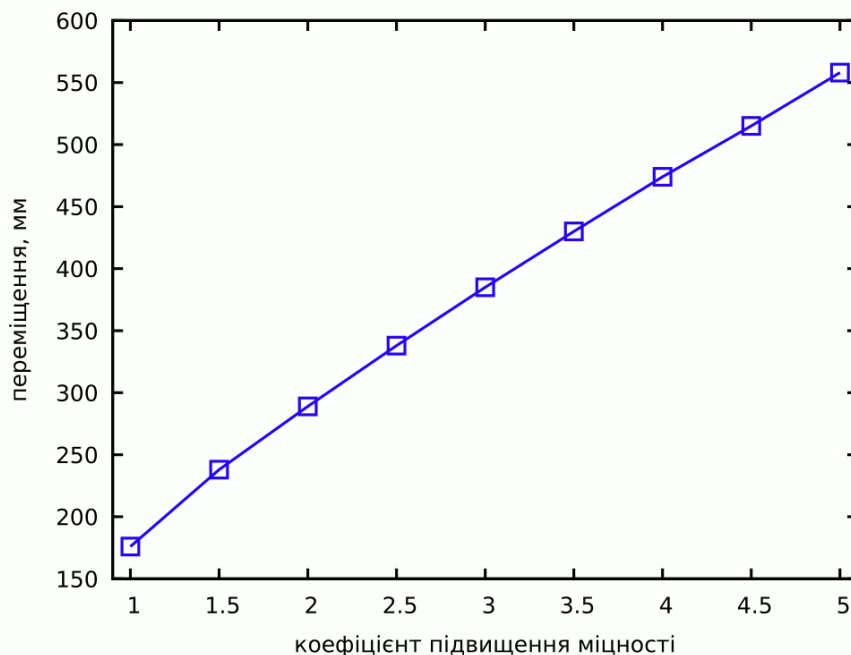


Рис. 1. Частоти власних коливань десятиповерхового будинку з полімербетонним каркасом

У цілому підвищення міцності матеріалу у 5 разів і відповідне зменшення поперечних перерізів колон та ригелів призводить до зниження значень власних частот приблизно у 2 рази. Зазначимо, що при цьому періоди усіх перших шести форм власних коливань потрапляють до сейсмічно-небезпечного діапазону 0,1...2,0 с.

На рисунку 2 наведено максимальні горизонтальні переміщення верхнього поясу полімербетонного каркасу під дією сейсмічного навантаження, визначені в залежності від коефіцієнту підвищення міцності  $\eta$ . Можна зробити висновок, що дана залежність носить майже лінійний характер. Компенсувати зменшення жорсткості полімербетонної будівлі можна шляхом встановлення пристроїв сейсмічного захисту, наприклад, демпферів сухого тертя [4].



*Рис. 2. Максимальні переміщення верхнього поясу полімербетонного каркасу під дією сейсмічного навантаження*

**Висновок.** Результати дослідження свідчать, що застосування полімербетонів для зведення каркасів багатопверхових будівель дозволяє зменшити розміри поперечних перерізів конструктивних елементів, зменшити вагу та матеріаломісткість споруд.

#### Список використаних джерел

1. Kim D.-H. Composite Structures for Civil and Architectural Engineering. London, New York : CRC Press, 1994. 512 p.
2. Кривенко П. В., Пушкарьова К. К., Барановський В. Б., Кочевих М. О., Гасан Ю. Г., Константинівський Б. Я., Ракша В. О. Будівельне матеріалознавство. За ред. П. В. Кривенка. Київ : Ліра-К, 2015. 624 с.
3. ДБН В.1.1-12-2014. Будівництво у сейсмічних районах України. Київ : Мінрегіон України, 2014. 110 с.
4. Danishevskyy V., Savytskyi V., Gaidar A. Rational design of lightweight earthquake resistant buildings with friction dampers using the particle swarm optimization. *AIP Conference Proceedings*. 2023. Vol. 2678. Pp. 020005-1–020005-9.