

4. Hager Izabela, Golonka Anna, Putanowicz Roman. 3D printing of buildings and building components as the future of sustainable construction? *Procedia Engineering*. Vol. 151. Pp. 292–299.

УДК 624.042

### ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ СПОРУД

Давидов Ігор<sup>1</sup>, к. т. н., доцент, Чабан Вячеслав<sup>2</sup>, к. т. н., доцент,  
Ковтун-Горбачова Тетяна<sup>3</sup>, к. т. н., доцент

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,

<sup>1</sup> davydov.ihor@pgasa.dp.ua;

<sup>2</sup> chaban.viacheslav@pgasa.dp.ua;

<sup>3</sup> gorbacheva@mail.pgasa.dp.ua

**Постановка проблеми.** В даний час, на перше місце виходять не звичайні техніко-економічні показники споруд, а завдання діагностики технічного стану, теорії ризику та живучості будівель та споруд. Також залишаються завдання врахування дії вітру, землетрусів та інших динамічних впливів на будівельні конструкції. Тому розглядаються питання, пов'язані зі способами практичної оцінки технічного стану сталевих конструкцій та споруд, випробувань та розрахунків.

**Мета дослідження.** Створення комплексу аналізу динамічних характеристик, розрахунків та випробувань, який може забезпечити широкий пошук та вибір раціональних параметрів сталевих конструкцій споруд, конструювання, діагностики та посилення.

**Основні результати.** Стандартні методики [1–2] часто погано застосовні для швидкого отримання висновків про технічний стан при значних розмірах об'єкта, при щільній насиченості технологічних інженерних мереж, при відсутності доступу для візуального та інструментального обстеження вузлів, зварних швів та інших з'єднань. Класичний підхід конструювання та підсилення не дозволяє швидко оцінити динамічні властивості об'єкта до завершення остаточних розрахунків. До окремої групи проблем сталевих конструкцій слід віднести особливості застосування конструктивних форм нового типу, матеріалів та вузлів. Поліпшення якості сталі та технологій її виготовлення, термозміцнення і т. п., з одного боку, призводить до підвищення її міцності і дозволяє зводити все більш висотні та більшепрогонові будівлі. З іншого боку, це призводить до одночасного зниження жорсткості відповідних конструкцій та споруд. Якщо не врахувати ці особливості і виконати традиційні конструктивні рішення, то зросте деформативність таких об'єктів при вітрових та інших динамічних навантаженнях, пов'язана зі зниженням частот власних коливань та зменшення здатності щодо демпфування. Отже, необхідно виконати перегляд стандартних методик обстеження, розрахунків і конструювання. Для вирішення таких завдань на прикладах сталевих конструкцій пропонуються підходи, що базуються на аналізі динамічних характеристик [3–6]. Конструктивні системи при допущенні помилок проектування, при наявності пошкоджених елементів, вузлів або з'єднань характеризуються слабкішим демпфуванням коливань, підвищеною гнучкістю, зміною перших (низьких) частот і форм власних коливань. Наприклад, при порівняльному аналізі конструктивної системи без пошкоджень та системи з зруйнованими зв'язками по колонах на перше місце вийдуть форми згинальних коливань колон першого тону та відповідні частоти.

Також на перше місце вийдуть форми коливань конструкцій, які характеризуються підвищеною гнучкістю. У таких конструкціях будуть збільшуватись деформації та напруження. Таким чином, до завершення детального обстеження та перевірочних розрахунків можна зробити висновок про технічний стан конструкцій, локалізувати пошкоджену зону або тип ослаблених конструкцій, запобігти погіршенню роботи будівельних конструкцій на витривалість. Також можна аналізувати раціональні конструктивні схеми при проектуванні та посиленні сталевих конструкцій.

Алгоритм оцінки стану сталевих конструкцій, конструювання та посилення за аналізом їх динамічних характеристик передбачає:

- перехід від реального об'єкта до коректної динамічної моделі безпечної споруди та зворотний зв'язок реалізації в металі одержуваних результатів комп'ютерного теоретичного прогнозування та розрахунків;

- врахування реального виду факторів, що впливають на конструкції, у т. ч. нелінійні динамічні ефекти при коливаннях споруд;

- вибір способів надійного тестування моделей та створення методики розрахунку;

- застосування існуючих конструктивних варіантів для підвищення безпеки будівель та споруд із сталевих конструкцій, розробки нових інженерних рішень щодо зниження навантаженості та ефективних способів зниження вібрації;

- аналіз динамічних характеристик конструкцій за результатами натурних випробувань;

- після такого аналізу доцільно приступити до аналізу технічного стану будівлі без детального обстеження, шляхів підвищення безпеки конструктивних рішень будівель.

У доповіді розглядається приклад будівлі зі сталевим каркасом, для якої виконується комплексна реконструкція.

**Висновки.** Розроблено рекомендації щодо інтегральної оцінки технічного стану, підвищення безпеки конструктивних рішень та аналізу посилення сталевих конструкцій споруд. У доповіді обговорюються практичні проблеми проведення динамічних випробувань, діагностики та моніторингу технічного стану споруд.

### Список використаних джерел

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 44 с.

2. ДСТУ Б В.2.6-210:2016. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються. Київ : Мінрегіон України, 2017. 80 с.

3. Давидов Ігор, Чабан Вячеслав, Ковтун-Горбачова Тетяна. Концепції розрахунків будівельних конструкцій на рухомі навантаження. *Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture. Intern. : sc.-pract. conf.* Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2021. С. 143–146.

4. Davydov Ihor, Chaban Viacheslav, Kovtun-Horbachova Tetiana. The analysis of technical condition of tower steel frames according to their dynamic characteristics. *Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture : Intern. sc.-pract. conf.* Dnipro : SHEI PSACEA, 2020. Pp. 24–27.

5. Давыдов И. И., Линник О. С. Оценка технического состояния и усиление металлических конструкций мачты мобильной связи. *Строительство, материаловедение, машиностроение.* № 104. 2018. С. 121–128.

6. Давыдов И. И., Ковтун-Горбачева Т. А., Чабан В. П. Применение инновационных методов динамической диагностики к анализу нагруженности вытяжной башни санитарной трубы. *Строительство, материаловедение, машиностроение.* № 56. 2010. С. 138–142.