

УДК 624.04

ПРОБЛЕМИ ВІБРОГАСІННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Коврова В. О. ¹, аспір., **Волкова В. Є.** ², докт. техн. наук, проф.
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Українського державного університету науки і технологій
¹ kovrovaviktorii@gmail.com, ² drvev09@gmail.com

Постановка проблеми. В умовах сучасного будівництва вимоги до надійності та довговічності конструкцій будівель і споруд є досить жорсткими. Будівельні конструкції зазнають впливу динамічних навантажень, викликаних вітровими, сейсмічними, техногенними та експлуатаційними факторами. Це призводить до передчасного старіння матеріалів, пошкодження чи навіть руйнування несучих елементів конструкцій. Тому виникає необхідність у застосуванні сучасних методів віброгасіння коливань. Дані методи спрямовані на мінімізацію негативних вібраційних ефектів шляхом використання пасивних та активних систем гасіння коливань.

Мета дослідження полягає в здійсненні аналізу сучасних методів віброгасіння та визначенні їхньої ефективності контролю коливань у будівлях та спорудах.

Результати дослідження. Основною метою систем віброгасіння коливань є зниження їхньої амплітуди або частоти. Це дозволяє зменшити динамічне навантаження на конструкції будівлі та запобігти їхньому передчасному руйнуванню.

Сучасні методи віброгасіння поділяються на пасивні та активні. До пасивних методів віброгасіння відносяться інерційні, в'язкопружні та фрикційні демпфери. Пасивні методи віброгасіння збільшують масу конструкції, що в свою чергу збільшує інерційні характеристики. Дані методи вирізняються своєю ефективністю у зменшенні амплітудного діапазону вібрацій у висотних будівлях та мостах. Їхня перевага полягає у простоті конструкції та відсутності потреби в зовнішньому живленні [1]. Однак необхідно враховувати, що встановлення демпферів створює додаткові навантаження на конструкції. Таким чином, необхідно здійснювати перевірки конструкцій на міцність, стійкість, жорсткість, тріщиностійкість відповідно до вимог першої та другої груп граничних станів згідно з чинними нормативними документами.

До активних методів віброгасіння варто віднести активні демпфери коливань та електромагнітні демпфери. Активні методи віброгасіння використовують датчики, контролери та механізми для адаптивного зменшення вібрацій, тому є доступною можливість контролю динамічної поведінки конструкцій у режимі реального часу. Дані методи віброгасіння, у порівнянні з пасивними, не тільки впливають на інерційні характеристики, а й збільшують дисипацію енергії, тобто ефективно розсіюють коливальну енергію в конструкціях будівель і споруд. Це здійснюється за допомогою керованих механізмів адаптивного зменшення вібрацій, що реагують на зміну параметрів коливань. Дослідження встановили, що активні демпфери здатні знижувати рівень вібрацій на 30–50 % порівняно з пасивними методами. Однак вони потребують постійного енергопостачання та складної системи керування, що обмежує їхнє широке застосування у висотних будівлях [2; 3].

Варто зазначити, що важливими параметрами демпферів є надійність та ремонтпридатність. Усі механізми, зокрема й демпфери, можуть виходити з ладу. Причинами цього може бути результат тривалої експлуатації чи виникнення аварій. Тому конструкцією демпферів має передбачатися можливість їх демонтажу та заміни елементів систем віброгасіння без порушення цілісності основної конструкції. Це питання є особливо актуальним для будівель і споруд, що розташовані у регіонах з підвищеною чи високою сейсмічною активністю, де системи віброгасіння піддаються підвищеним динамічним навантаженням.

У країнах з високою сейсмічною активністю є доволі актуальним питання масового (серійного) виробництва демпферів. Проте більшість виробництва демпферів для будівель і споруд зазвичай є спеціалізованим та проєктоорієнтованим, враховуючи унікальність кожної конструкції та її динамічних характеристик.

Одним із світових лідерів у виробництві та застосуванні різних видів демпферів є Японія. Японські будівельні компанії та виробники активно розвивають та впроваджують технології віброгасіння, пропонуючи індивідуальні та стандартизовані варіанти. Такі компанії, як OILES Corporation та Kawakin Core-Tech Co., Ltd., наразі є передовими виробниками різних видів демпферів для будівель і мостів. Ці компанії відзначаються високим рівнем технологічних розробок та тісною співпрацею між науковими установами та будівельною індустрією [4; 5].

У США також активно використовуються технології віброгасіння для висотних будівель, зокрема у сейсмічно активних регіонах (Каліфорнія). У цій країні широко розвинений ринок будівельних технологій, зокрема створено спеціалізовані будівельні організації, що займаються проєктуванням систем віброгасіння. До компаній, що спеціалізуються на розробці та виробництві різних типів демпферів, індивідуальних чи стандартизованих видів, варто віднести – Taylor Devices та MCEER (Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research) [6; 7].

У країнах Європи також наявні компанії, що займаються виробництвом демпферів коливань для будівель і споруд. Проте обсяги виробництва є не такими значними у порівнянні з Японією чи США.

Висновки. Використання ефективних методів віброгасіння є важливим показником забезпечення надійності та довговічності конструкцій. Використання пасивних і активних систем віброгасіння дозволяє досягти оптимального рівня захисту від динамічних навантажень та підвищити безпеку споруд. Практичний досвід провідних країн демонструє важливість розвитку як стандартизованих, так і індивідуальних рішень у галузі віброгасіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Zhang Y., Schauer T., Bleicher A. Optimized passive/semi-active vibration control using distributed-multiple tuned facade damping system in tall buildings. *Journal of Building Engineering*. 2022. Vol. 52. P. 104416. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104416>.
2. Tobber L., Yang T. Y., Najam F. A. Seismic performance of reinforced concrete (RC) shear walls with and without damped outriggers and controlled rocking. *Engineering Structures*. 2025. Vol. 330. P. 119899. URL: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2025.119899>.
3. Savytskyi M., Danishevskyy V., Gaidar A. Dynamic modelling and optimal design of buildings with friction dampers using particle swarm optimization. *Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture*. 2021. No. 1. Pp. 14–25. URL: <https://doi.org/10.30838/j.bpsacea.2312.230221.14.713>.
4. OILES CORPORATION. URL: <https://www.oiles.co.jp/en/index.html>.
5. Kawakin Core-Tech Co.,Ltd. 株式会社川金コアテック. URL: <https://kawakinco.co.jp/en/>
6. Taylor Devices, Inc. The Leaders in Shock & Vibration Control. Taylor Devices, Inc. The Leaders in Shock & Vibration Control. URL: <https://www.taylordevices.com/>.
7. About MCEER. Welcome to the University at Buffalo – University at Buffalo. URL: <https://www.buffalo.edu/mceer/about.html>