

© В.О. Коврова¹, В.Є. Волкова^{1,2}

¹ Навчально-науковий інститут «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

² Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

КОМФОРТ І БЕЗПЕКА У БУДІВЛЯХ ПРИ ВІБРАЦІЙНИХ ВПЛИВАХ: ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОДОЛАННЯ

© V. Kovrova¹, V. Volkova^{1,2}

¹ Educational and Scientific Institute "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine

² Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

COMFORT AND SAFETY IN BUILDINGS UNDER VIBRATION EFFECTS: CHALLENGES AND WAYS TO OVERCOME THEM

Мета. Визначення впливу конструктивного рішення на динамічні показники будівель на вібраційну безпеку та організм людини; виконання чисельного моделювання взаємодії ґрунту з основою будівлі та оцінка впливу характеристик ґрунтів на вібраційну поведінку конструкцій, а також розгляд ефективних методів зі зниження вібрацій для забезпечення стійкості та комфорту будівель.

Методика. За допомогою методів комп'ютерної механіки виконано дослідження взаємодії багатоповерхової будівлі із залізобетонним каркасом із оточуючим ґрунтовим масивом. За допомогою програмного комплексу SCAD створено скінченно-елементну модель та отримано динамічні характеристики будівель різної поверховості та конструктивних схем.

Результати. На основі отриманих результатів встановлено, що зміни параметрів ґрунту суттєво впливають на частоти власних коливань будівель, що може викликати появу додаткових механічних напружень в елементах будівель і дискомфортні відчуття у мешканців. Зміни у частотах, власних значеннях і амплітудах коливань сигналізують про наявність дефектів та пошкоджень конструкцій. Проаналізовано вплив вібрацій на фізіологічний стан людини та визначено критичні частотні діапазони, що можуть спричиняти дискомфорт або зміни у самопочутті. Встановлено, що перша мода коливань є найбільш чутливим індикатором стану будівлі.

Наукова новизна. Набула подальшого розвитку методика моделювання взаємодії багатоповерхової каркасної будівлі з ґрунтовою основою. Виявлено закономірності зміни динамічних характеристик каркасу в залежності від механічних характеристик ґрунтів.

Практична значимість. Отримані результати дозволяють покращити методики оцінки вібраційного впливу на будівлі, що сприятиме підвищенню їхньої безпеки та комфорту. Запропоновані методи зниження вібрацій можуть бути використані для мінімізації негативного впливу на конструкції та самопочуття людей у густонаселених районах міст.

Ключові слова: вібраційна безпека, характеристики ґрунтів, власні частоти, скінченно-елементне моделювання, модальний аналіз, будівлі із залізобетонним каркасом.

Вступ. Збільшення густоти населення у містах призводить до ущільнення міської забудови багатоповерховими будівлями. Таким чином, у густонаселених міських районах, будівлі знаходяться у зоні безпосереднього впливу вібрацій.

Серед них можна виділити вібрації, викликані рухом транспорту, будівельними роботами, промисловими механізмами, ударними чи вибуховими навантаженнями. Дані вібрації розширюють зону свого впливу через ґрунт до прилеглих будівель та їхніх мешканців, тому проблема контролю цих вібрацій стає все більш актуальною [1, 2].

Постійний вплив вібрацій на будівлі є небажаними екологічними проблемами і можуть призвести до дискомфорту людей, а також до матеріальних збитків – пошкоджень конструкцій, виведення з ладу електроприладів, особливо чутливих до фонові вібрації (наприклад, студій звукозапису) [2, 3]. Відповідно до досліджень [4–6] негативний вплив вібрації з боку навколишнього середовища на існуючі будівлі та здоров'я людей наразі є вже експериментально підтвердженим фактом.

Питання щодо забезпечення комфорту людей, що перебувають у будівлях під час їхнього зведення чи експлуатації, детально досліджувалися вченими Ф. М. Діментбергом, Л. Д. Ісаєвим, Ю. Г. Пановко, Д. В. Фроловим, М. І. Казакевичем, В. В. Кулябко [7]. Зокрема, пізніше було сформовано поняття віброекології, що детально висвітлено у монографії [7].

За проєктування нових будівель та споруд зростає необхідність у здійсненні оцінки ризиків, викликаних впливом вібрації. У цій царині наразі здійснено чималу низку досліджень, що аналізують вібраційні впливи за допомогою методів моделювання. Так у дослідженнях [1, 8, 9] застосовано емпіричні, напівемпіричні (гібридні) моделі, а зокрема напіваналітичні і чисельні моделі. Використання того чи іншого типу моделі цілком залежить від цілей її створення й конкретного застосування та вимагає відповідних професійних навичок у дослідника. Для аналізу динамічних режимів будівель найбільш розповсюдженими є такі моделі: тривимірні скінченно-елементні [1, 10, 11], двовимірні порталні каркаси [12] та одновимірні колонні моделі [13]. Зазначені моделі суттєво відрізняються між собою за складністю, вимогами до вхідних даних та обчислювальними витратами. Деякі з цих моделей реалізуються виключно завдяки обчислювальним комплексам і їхня тотожність об'єкту моделювання залежить як від інструментів, що використовує розробник, так і від відомих параметрів об'єкту.

З огляду на значимість проблеми даного дослідження, показники для нормування гранично допустимих рівнів вібрації будівельних конструкцій повинні враховуватися під час моделювання. Починаючи з 2003 у багатьох країнах відбулися зміни в стандартах у цій галузі. Зокрема у дослідженнях [4, 14] зосереджено увагу на видах сприйняття вібрацій та інтерпретації норм, якими керуються стандарти в різних країнах світу. В Україні питання вібрації регулюються Державними будівельними нормами (ДБН В.1.2-10:2021 «Захист від шуму та вібрації») [15].

Таким чином, забезпечення належного рівня безпеки та комфорту для мешканців і працівників будівель вимагає глибокого розуміння впливу вібрацій, а також впровадження ефективних методів їхнього контролю. Системний підхід до вивчення джерел та механізмів передачі вібрацій, розробка інженерних рішень для їхнього зменшення, а також застосування сучасних технологій

моніторингу й амортизації коливань є ключовими аспектами у забезпеченні стійкості та довговічності будівельних конструкцій. Це особливо важливо для мегаполісів, промислових зон і регіонів з підвищеною сейсмічною активністю, де вібраційні навантаження можуть мати значний вплив як на конструкції, так і на якість життя людей.

Формулювання мети дослідження. Спираючись на вище викладену проблему наукового дослідження та аналіз літературних джерел, пов'язаних із питаннями впливу вібрацій на будівлі та їхнім захистом, сформовано мету. Вона полягає у визначенні критичних параметрів вібраційної безпеки та їхнього впливу на організм людини, виконанні чисельного моделювання взаємодії ґрунту з основою будівлі та оцінки вплив ґрунтових умов на вібраційну поведінку конструкцій, а також у розгляді ефективних методів зниження рівня вібрацій для забезпечення стійкості та комфорту будівель.

Виклад основного матеріалу дослідження. Через будівництво нових житлових комплексів на ділянках щільної забудови поблизу автомобільних, залізничних і трамвайних доріг зростає вплив вібрацій, викликаних рухом транспортних засобів. Це може призводити до порушення санітарних і будівельних норм. Як результат, вібраційні впливи можуть становити загрозу для тривалого і придатного до експлуатації стану будівлі [3].

Вібрація, що надходить від руху транспортних засобів, може викликати дискомфорт та негативно впливати на здоров'я і самопочуття людини. Хоча люди можуть витримувати вищі рівні вібрації в транспорті, ніж у будівлях, тому що вібрації в цих двох випадках знаходяться в різних частотних діапазонах [14]. Вібрації в будівлях зазвичай знаходяться в низькочастотному діапазоні, що може негативно впливати на внутрішні органи та нервову та серцево-судинну системи [3, 16]. Важливо зазначити, що вібрація в будівлі може відчуватися на рівнях, значно нижчих за ті, що можуть спричинити пошкодження будівлі. Комфорт людини залежить від рівня вібрації, який є нижчим за рівень, пов'язаний з пошкодженням будівлі. Тому основним параметром у контексті вібрації є її сприйняття людиною [14].

Окремо варто виділити ще одне джерело збурення вібрацій – будівельні роботи, що пов'язані із будівництвом метрополітену. Будівництво метрополітену у великих містах є особливо проблематичним, оскільки вібрація може передаватися на значну відстань від тунелю та впливати на житлові будинки [3].

Окрім транспортних впливів, джерела збурення вібрацій можуть знаходитися й усередині будівлі. Ними можуть бути ліфти, побутові прилади та інструменти, задіяні при ремонтних роботах.

Важливо зазначити, що існує два види сприйняття вібрацій людиною: активне і пасивне [14]. Випадки, в яких людина усвідомлює вібрацію, як-от відчуття вібрації автомобіля під час руху, відносяться до активного сприйняття вібрацій. За пасивного сприйняття людина не усвідомлює вібрацію, але її тіло все одно зазнає її впливу, наприклад, перебуваючи в приміщенні, де вібрація спричинена транспортом на вулиці або обладнанням у сусідній зоні [7].

Організм людини, підданий механічним коливанням, сприймає їх як коливальну систему, в якій відбуваються біомеханічні реакції. Зокрема особливу увагу слід звернути на явище резонансу, яке може виникати як у всьому організмі, так і в окремих органах і системах. Доведено, що людина сприймається як єдина маса при частоті коливань понад 2 Гц, а для сидячої людини резонанс тіла знаходиться в межах від 4 до 6 Гц. Інший діапазон резонансних частот знаходиться в межах 17-30 Гц. До цього діапазону є вразливою система голова-шия-плечі, де вібрації голови можуть бути втричі сильнішими за вібрації плечей. Якщо при високих рівнях вібрації значення частот перебувають в межах 4–10 Гц, то людина може відчувати біль і дискомфорт через резонансні коливання системи «груди-живіт». При частотному діапазоні 8–27 Гц резонанси голови можуть впливати на зниження гостроти зору.

Зокрема варто зазначити, що за перевищення граничних значень середньоквадратичного значення віброприскорень, може помітно погіршуватися гострота зору. Графік залежності середньоквадратичних значень віброприскорень від частоти з позначеними зонами резонансних коливань наведено на рисунку 1. Аналізуючи графік на рис. 1, можна зробити висновок, що критичні значення віброприскорень збільшуються зі зростанням частоти зовнішнього збурення. Залежність між віброприскореннями та частотами має нелінійний характер і може бути описана кубічною параболою. За даним графіком варто зазначити, що зони резонансних коливань накладаються одна на одну, що створює комбінації неприємних впливів, які можуть значно погіршувати самопочуття людини, викликати втому, біль, порушення координації рухів і навіть тимчасове зниження когнітивних функцій. Тому, організм людини є складною коливальною системою з власним резонансом, який визначає частотну залежність багатьох біологічних ефектів вібрації [3].

Динамічні впливи на будівлі та споруди вважаються одними з найскладніших для врахування під час проєктування, будівництва, експлуатації та реконструкції. Це пояснюється специфікою динамічної реакції будівель на зовнішні динамічні впливи, яка залежить від багатьох факторів. До таких факторів варто віднести: конструктивні особливості об'єкта (тип конструкцій, матеріали, розміри, жорсткість тощо), вид динамічних впливів (вітрові, сейсмічні, транспортні, технологічні навантаження тощо), спосіб врахування динамічних впливів (вибір розрахункових моделей та методів динамічного розрахунку) [3].

Будівлі та споруди в складних інженерно-геологічних умовах зазнають нерівномірного осідання, що змінює висотне положення несучих конструкцій, викликає їх нахил і появу дефектів (тріщини, відколи, оголення арматури) [14]. Це впливає на їхню роботу під статичними та динамічними навантаженнями, змінюючи початкові характеристики.

Наразі у сучасних містах, де житловий фонд представлений не тільки новобудовами, а й старими будівлями, дослідження вібраційних характеристик є дуже важливими. Для цього застосовуються модальний аналіз з метою оцінки впливу вібрацій різного походження на будівлі та поліпшення умов проживання [17]. Основна частота визначається структурною частотою моделі з нерухомою

основою та частотою коливань [17, 18]. Типові основні частоти, отримані експериментально, висвітлені в таблиці [19].

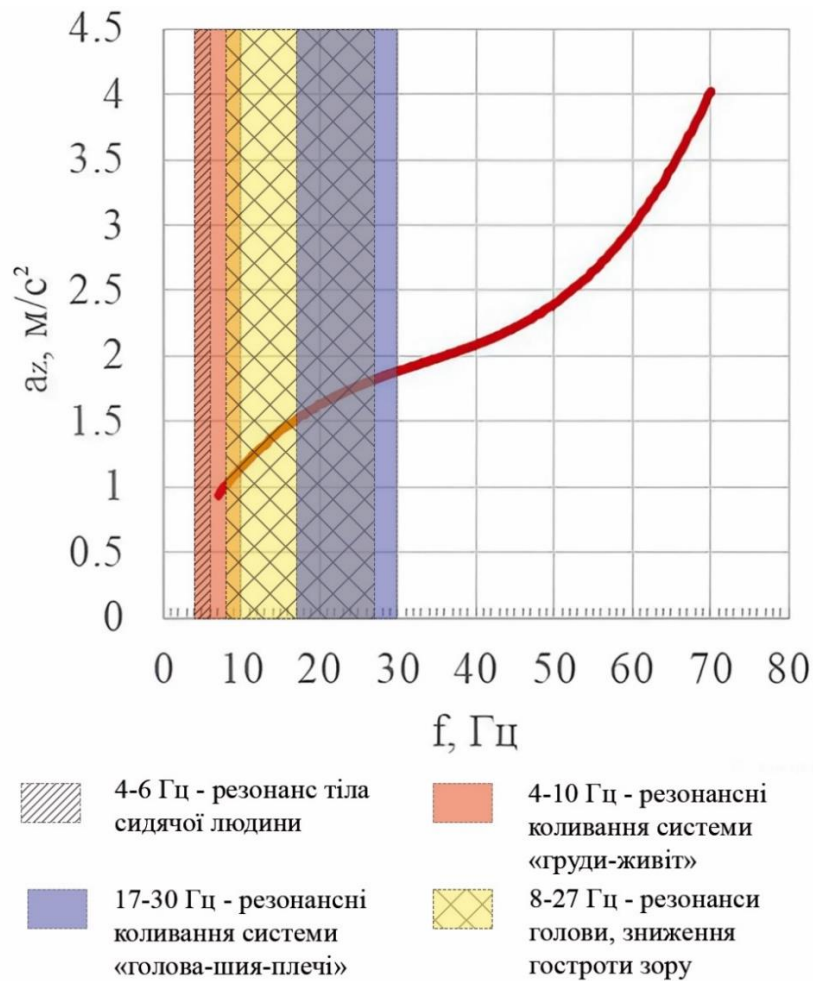


Рис. 1. Середньоквадратичні значення віброприскорень

Таблиця

Діапазони основних частот будівель [19]

Поверховість	Кількість оцінюваних будівель	Типовий діапазон основних частот, Гц	Середнє значення, Гц	Стандартне відхилення, Гц
1–3	63	1,2–12,5	6,1	(2,8)
4–5	108	0,7–6,5	3,8	(1,2)
6–7	91	0,8–4,8	2,8	(0,8)
8–9	71	0,7–3,3	2,1	(0,6)
10–12	86	0,7–3,5	1,9	(0,6)
13–16	53	0,4–2,2	1,3	(0,4)

Дослідження [18] присвячене висвітленню питання, як різні типи ґрунту впливають на власні частоти залізобетонної каркасної будівлі. Конструктивна схема будівлі є рамною, просторова жорсткість якої забезпечується жорстким

кріпленням ригелів до колон та двома ядрами жорсткості, з'єднаними з ліфтовими шахтами. Фундамент будівлі є плитним, розміри будівлі в плані становлять 18×58 м, висота поверху – 4,2 м, кількість поверхів – 5 та 1 цокольний поверх. За локацію будівлі прийнято місто Дніпро, Україна [18]. У дослідженні [18] представлено розрахункові схеми, у яких враховується та не враховується вплив ґрунтової основи на динамічні показники.

У дослідженні [18] чисельне моделювання багатоповерхових каркасних будівель дозволило отримати форми коливань (рис. 2) та побудувати відповідні графіки для кожного з варіантів розрахункової схеми (рис. 3, 4). Аналіз результатів показав, що власні значення першої моди власних коливань є найбільшими і суттєво відрізняються від інших. Водночас для другої і третьої мод характерні близькі значення. Решта мод майже рівні між собою з незначними відмінностями.

Відповідно до аналізу форм коливань (рис. 2) визначено характер руху будівлі за різних мод. У першій моді коливань (рис. 2а) спостерігається поступальний рух усієї будівлі в горизонтальному напрямку. Друга мода (рис. 2б) відзначається згинальними коливаннями, за яких верхні поверхи будівлі зміщуються відносно нижніх, створюючи ефект прогину. Третя мода (рис. 2в) представлена обертальним рухом навколо вертикальної осі.

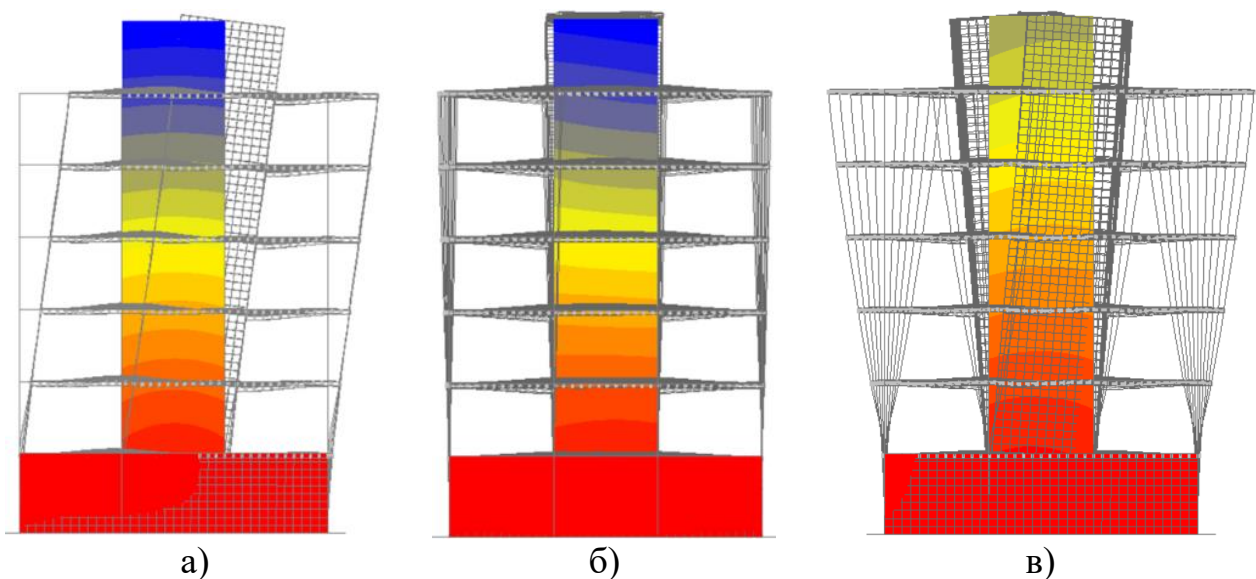


Рис. 2. Форми коливань: а) перша мода; б) друга мода; в) третя мода

Найнижчі частоти власних коливань спостерігаються у першій моді та зростають зі збільшенням порядку моди. Частоти другої і третьої мод, а також четвертої і п'ятої мод близькі. Частоти інших мод власних коливань майже однакові [18]. Одержані результати частот входять до діапазону отриманих експериментально значень частот для 5-поверхових будівель з таблиці 1, дослідження [19]. Зокрема варто зазначити, що урахування впливу ґрунту призвело до зниження частот, що може викликати резонанс вестибулярного апарату у людей, що перебувають у будівлі.

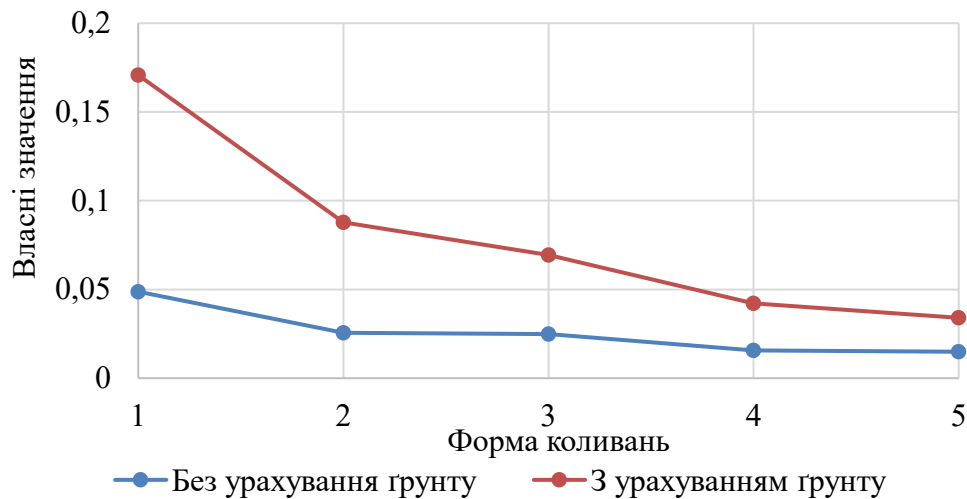


Рис. 3. Графік власних значень форм власних коливань

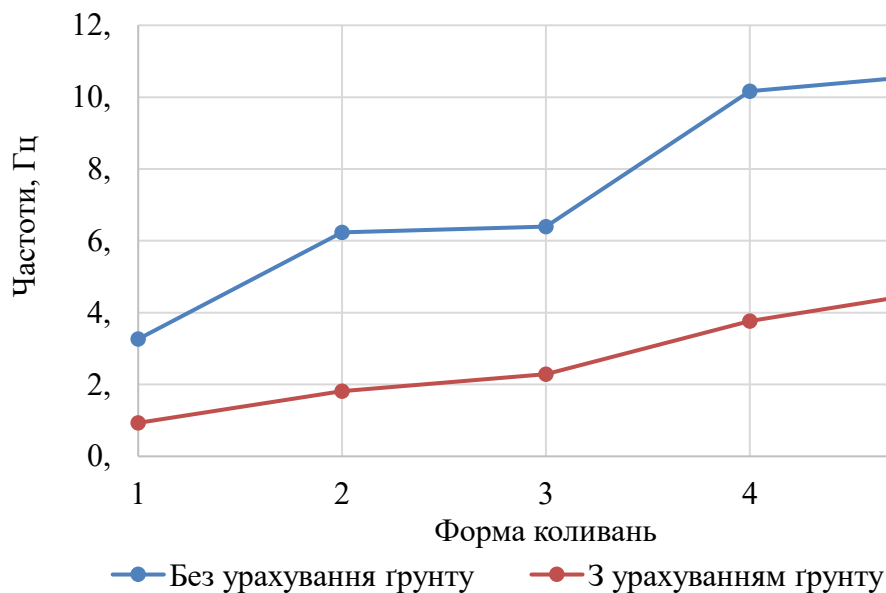


Рис. 4. Графік частот власних форм коливань

Згідно з одержаними результатами проведено аналіз отриманих частот з рис. 4 та даних про дискомфортні діапазони частот з рис. 1 з метою визначення можливих негативних впливів. У першій моді коливань для моделі без урахування ґрунту частота майже досягає критичного діапазону (4–6 Гц), що може викликати втому, запаморочення та нудоту. За другої та третьої мод коливань частоти входять до діапазонів 4–6 Гц та 4–10 Гц. Це може впливати на рівновагу людини та викликати нудоту. У 1–3 модах для моделі з ґрунтом спостерігається зниження частоти. Тому тривалий вплив на людину при частотах до 2 Гц може викликати погіршення гостроти зору. Частоти четвертої і п'ятої мод впливають на грудну клітку і черевну порожнину. Вони можуть викликати відчуття тиску в грудях, а також відчуття зазначені у попередніх модах без урахування ґрунту. У моделях з ґрунтом для 4 і 5 мод значення частот є близькими до 4 Гц, що може чинити вплив на рівновагу людини, викликаючи запаморочення, втому і нудоту.

Зосереджуючись на вирішенні проблем, викликаних вібрацією, важливо зазначити, що одним із ефективних методів динамічного захисту будівель є використання демпферів, які поділяються на гідравлічні та механічні [20]. У гідравлічних пристроях енергія розсіюється завдяки опору рідини. Вони ефективно поглинають енергію, проте є відносно дорогими та потребують регулярного технічного обслуговування [21]. У свою чергу демпфери сухого тертя (ДСФ) відзначаються простотою та надійністю конструкції, не вимагають обслуговування, можуть використовуватися багаторазово, відзначаються невисокою вартістю та легкістю монтажу. Завдяки своїм високим дисипативним властивостям ці пристрої ефективно поглинають енергію під час землетрусів та інших динамічних навантажень [20]. Динамічні демпфери, що поглинають коливання, передаючи їх у власну систему, є ефективними для високих промислових споруд, веж і конструктивних елементів. У цих пристроях використовуються різні пружні елементи, що сприяють зменшенню кількості циклів напружень, що, своєю чергою, позитивно впливає на довговічність і надійність конструкцій [21].

Висновок. У результаті проведеного дослідження визначено основні фактори, що впливають на вібраційну безпеку будівель. Виявлено, що навіть незначні зміни в характеристиках ґрунту можуть суттєво впливати на частоти власних коливань будівель, що може призводити до появи дефектів конструкції або дискомфорту мешканців. Зокрема, перша мода коливань виявилася найбільш чутливим індикатором стану будівлі, а критичні частотні діапазони можуть негативно впливати на фізіологічний стан людини, викликаючи втому або навіть загрозу для стану здоров'я.

Запропоновано методи мінімізації вібраційного впливу, зокрема застосування гідравлічних, сухого тертя та динамічних демпферів, що дозволяють підвищити стійкість конструкцій та забезпечити комфортне перебування у будівлях.

Таким чином, дослідження підкреслює важливість комплексного підходу до оцінки та контролю вібраційних впливів. Це дозволить не тільки підвищити довговічність будівель, алей й забезпечити комфорт і безпеку мешканців.

Перелік посилань

1. Edirisinghe, T. L., & Talbot, J. P. (2024). The significance of soil–structure interaction in the response of buildings to ground-borne vibration from underground railways. *Journal of Sound and Vibration*, 118812. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2024.118812>
2. Connolly, D. P., Marecki, G. P., Kouroussis, G., Thalassinakis, I., & Woodward, P. K. (2016). The growth of railway ground vibration problems — A review. *Science of The Total Environment*, 568, 1276–1282. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.101>
3. Впливу вібрації на організм людини. (n.d.). Stud. https://stud.com.ua/3161/bzhd/vplivu_vibratsiyi_organizm_lyudini
4. Kralik, J., & Kralik, J. (2017). Experimental and Sensitivity Analysis of the Vibration Impact to the Human Comfort. *Procedia Engineering*, 190, 480–487. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.367>
5. Králík, J. (2010). Experimental and numerical analysis of the vibration negative effects on the humans. *Vybrané problémy dynamiky těles. Dynamika tuhých a poddajných těles*, Chap 4.4, 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.367>

6. Давидов, І. І., & Удовиченко, Є. О. (2024). Аналіз впливу вібрацій на сталеві рамні конструкції: моделювання та експериментальні дослідження. У *Матеріали Міжнародної наук.-практ. конференції «Інноваційні технології забезпечення параметрів комфорту, енергоефективності і екологічності житлових будівель на основі смарт-технологій»* (с.93–95). Придніпровська державна академія будівництва та архітектури.
7. Kazakevich, M., & Kulyabko, V. (1996). *Vvedenie v vibroekologiyu zdaniy i sooruzhenii*. PGASA.
8. Connolly, D. P., Kouroussis, G., Laghrouche, O., Ho, C. L., & Forde, M. C. (2015). Benchmarking railway vibrations – Track, vehicle, ground and building effects. *Construction and Building Materials*, 92, 64–81. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.042>
9. Thompson, D. J., Kouroussis, G., & Ntotsios, E. (2019). Modelling, simulation and evaluation of ground vibration caused by rail vehicles. *Vehicle System Dynamics*, 57(7), 936–983. <https://doi.org/10.1080/00423114.2019.1602274>
10. Fiala, P., Degrande, G., & Augusztinovicz, F. (2007). Numerical modelling of ground-borne noise and vibration in buildings due to surface rail traffic. *Journal of Sound and Vibration*, 301(3–5), 718–738. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2006.10.019>
11. Lopes, P., Costa, P. A., Ferraz, M., Calçada, R., & Cardoso, A. S. (2014). Numerical modeling of vibrations induced by railway traffic in tunnels: From the source to the nearby buildings. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 61–62, 269–285. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2014.02.013>
12. Hussein, M., Hunt, H., Kuo, K., Costa, P. A., & Barbosa, J. (2013). The use of sub-modelling technique to calculate vibration in buildings from underground railways. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 229(3), 303–314. <https://doi.org/10.1177/0954409713511449>
13. Auersch, L. (2021). Prediction of building noise and vibration – 3D finite element and 1D wave propagation models. *Proceedings of Euronoise 2021*, Madeira, Portugal, (pp. 1–9).
14. Kowalska-Koczwara, A., & Stypula, K. (2016). Assessment of the Vibration Influence on Humans in Buildings in the Standards of Different Countries. *Procedia Engineering*, 161, 970–974. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.835>
15. Мінрегіон України. (2022). *Захист від шуму та вібрації* (ДБН В.1.2-10:2021). Державне підприємство "Укрархбудінформ".
16. Coermann, R. R. (1962). The Mechanical Impedance of the Human Body in Sitting and Standing Position at Low Frequencies. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 4(5), 227–253. <https://doi.org/10.1177/001872086200400502>
17. Gaile, L., Ratnika, L., & Pakrastins, L. (2022). RC Medium-Rise Building Damage Sensitivity with SSI Effect. *Materials*, 15(5), 1653. <https://doi.org/10.3390/ma15051653>
18. Kovrova, V., Volkova, V., & Pakrastins, L. (2024). Modal Analysis of a Multi-storey Frame Building with Consideration of the Soil Base. *Modern Building Materials, Structures and Techniques*, 392, 668–673. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44603-0_69
19. Gaile, L., Sliseris, J., & Ratnika, L. (2021). Towards SHM of medium-rise buildings in non-seismic areas. У *10th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII 2021)* (с. 1023–1030). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7331081>
20. Savytskyi, M., Danishevskyy, V., & Gaidar, A. (2021). Dynamic modelling and optimal design of buildings with friction dampers using particle swarm optimization. *Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture*, (1), 14–25. <https://doi.org/10.30838/j.bpsacea.2312.230221.14.713>
21. Іванченко, Г. М., & Гончаренко, М. В. (2015). Огляд методів сейсмосахисту та приклади їх застосування у конструкціях. *Опір матеріалів і теорія споруд*, 96, 158–164.

ABSTRACT

Purpose. To determine the influence of the structural solution on the dynamic parameters of buildings on vibration safety and the human body; to perform numerical modelling of the interaction of soil

with the building foundation and to assess the influence of soil characteristics on the vibration behavior of structures, as well as to consider effective methods for reducing vibrations to ensure the stability and comfort of buildings.

The methods. The interaction of a multi-storey building with a reinforced concrete frame with the surrounding soil massif was investigated using the methods of computer mechanics. A finite element model was created using the SCAD software package and the dynamic characteristics of buildings of different number of storeys and structural schemes were obtained.

Findings. Based on the obtained results, it was found that changes in soil parameters significantly affect the frequencies of natural vibrations of buildings, which can cause additional mechanical stresses in building elements and discomfort to residents. Changes in the frequencies, eigenvalues and amplitudes of vibrations signal the presence of defects and damage to structures. The paper analyses the impact of vibrations on the human physiological state and identifies critical frequency ranges that can cause discomfort or changes in well-being. It is determined that the first mode of vibration is the most sensitive indicator of the building condition.

The originality. The methodology for modeling the interaction of a multi-story frame building with a soil foundation has been further developed. The regularities of changes in the dynamic characteristics of the frame depending on the mechanical characteristics of the soil have been revealed.

Practical implementation. The obtained results allow to improve the methods of assessment of vibration impact on buildings, which will contribute to the improvement of their safety and comfort. The proposed methods of vibration reduction can be used to minimize the negative impact on structures and human health in densely populated areas of cities.

Keywords: *vibration safety, soil characteristics, natural frequencies, finite element modelling, modal analysis, buildings with reinforced concrete frame.*