

СУЧАСНІ ШУМОПОГЛИНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ І КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Робота присвячена проблемі забезпечення акустично комфортного середовища в житлових будинках. Описано основні джерела шуму, що впливають на мешканців в багатоповерхових будинках: внутрішній і зовнішній шум; повітряний, ударний і структурний шуми. Встановлено, що основним методом боротьби з шумом у багатоповерхових будинках є забезпечення огорожувальними конструкціями належної комплексної звукоізоляції від шумів різного виду. Обговорюється оцінка та стандартизація показників звукоізоляції. Розглянуто конструктивні особливості плаваючих підлог, підвісних стель, одинарних і подвійних стін і перегородок, а також способи поліпшення звукоізоляції існуючих стін будівлі.

Ключові слова: шум, звукоізоляція, житлова будівля, перекриття, стіна, перегородка, підлога, конструкція, звукопоглинання, плаваючі підлоги, підвісні стелі, подвійні стіни, гнучкі підлоги, раціональне планування.

Abstract

The work is dedicated to the problem of ensuring an acoustically comfortable environment in living quarters. The main sources of noise that affect residents in many upper-level buildings are described: internal and external noise; vibration, impact and structural noise. It has been established that the main method of combating noise in large surface buildings is to ensure that the fence structures provide adequate comprehensive sound insulation against noise of various types. The evaluation and standardization of soundproofing indicators are discussed. The design features of floating subfloors, suspended racks, single and suspended walls and partitions are examined, as well as methods for improving the sound insulation of existing walls.

Key words: noise, soundproofing, living room, slab, wall, partition, subfloor, design, soundproofing, floating subfloors, hanging frames, hanging walls, pebbled paddings, diet alne planuvannya.

Вступ та актуальність досліджень

Однією з особливостей сучасних багатоповерхових будівель є наявність великої кількості внутрішніх джерел шуму. До них відносяться різні інженерно-технічні та санітарно-технічні установки, такі як системи вентиляції та кондиціонування, холодного та гарячого водопостачання, опалення, трансформатори, розподільні щити, ліфти, сміттєпроводи, вбудовані магазини, об'єкти соціально-культурного призначення, підземні паркінги, насосні станції, а також побутовий шум від сусідів.

Крім того, багатоповерхові будівлі часто розташовані поблизу транспортних магістралей, промислових зон, торгово-розважальних центрів і мають зовнішні блоки систем охолодження та вентиляції на даху. Все це може призвести до підвищення рівня шуму в квартирах сусідніх будинків.

У багатоповерхових будинках шахти ліфтів, сходові клітки, сміттєпроводи та вентиляційні канали створюють сприятливі умови для вертикального та діагонального поширення шуму. Значна кількість шуму передається безпосередньо через огорожувальні конструкції – підлоги, стіни, перегородки, вікна та двері.

При цьому зниження рівня шуму, забезпечення екологічно чистих і комфортних умов праці, проживання та побуту для міських жителів – одне з найважливіших і актуальних завдань сучасності.

Однак, намагаючись зменшити витрати на будівництво, забудовники часто нехтують акустичним комфортом житла. Якби всі необхідні заходи для забезпечення якісної звукоізоляції квартир були включені в проект житлових будинків, то загальна вартість будівництва зросла б щонайменше на 30-50% [1]. Як наслідок, індекс звукоізоляції перегородок і стін між квартирами є недостатнім, перекриття не забезпечують належної звукоізоляції від ударного звуку, а монолітне будівництво створює сприятливі умови для розповсюдження структурного звуку. Як наслідок, багатоквартирні будинки часто не відповідають санітарним нормам щодо допустимого рівня шуму, що негативно впливає на здоров'я населення [1, 2].

Метою даної роботи є дослідження сучасних матеріалів, які знатні знижувати шумове навантаження різної природи на житлові приміщення.

Результати досліджень

Одним з основних заходів захисту мешканців житла від внутрішнього та зовнішнього шуму є належна звукоізоляція огорожувальних конструкцій, яка впливає на ступінь акустичного комфорту в житлових будинках. Звукоізоляція створюється на всіх етапах будівництва будівлі, починаючи з проектування, виготовлення конструктивних елементів, будівництва та оздоблення. Особливо важливим для звукоізоляції є етап проектування [3, 4]. Якщо заходи щодо забезпечення необхідних показників звукоізоляції повітряного, ударного та структурного звуку не були вчасно реалізовані при проектуванні, виправити ситуацію після будівництва часто буває практично неможливо.

Інша причина поганої звукоізоляції може бути пов'язана з поганим проектуванням або неякісними звукоізоляційними чи звукопоглинальними матеріалами.

Наразі на будівельному ринку представлено багато звукоізоляційних та звукопоглинальних матеріалів. Однак на практиці багато з пропонуванних до продажу будівельних матеріалів не відповідають заявленим у сертифікатах характеристикам або зовсім не можуть володіти жодними шумопоглинаючими властивостями (наприклад, на ринку зустрічаються так звані звукоізоляційні фарби, звукопоглинаючі шпалери і тканини).

У той же час, вже існує низка спеціалізованих матеріалів і технологій, призначених для забезпечення звукоізоляції в огорожувальних конструкціях. Це, зокрема, плаваючі підлоги, звукоізоляційні підвісні стелі, додаткове звукоізоляційне облицювання стін, огорожувальних конструкцій комунікаційних коридорів та звукоізоляція за допомогою різних звукоізоляційних і звукопоглинальних матеріалів. Всі ці методи дуже ефективні, але вимагають грамотного експертного підходу і значних витрат на спеціалізовані матеріали та монтажні роботи.

Під звукоізоляційними властивостями конструкції (стін і стель) розуміють її здатність знижувати рівень шуму з навколишнього середовища. Відповідно до трьох типів шуму у висотних будівлях (повітряний, ударний і структурний), заходи звукоізоляції можна розділити на три види: звукоізоляція повітряного шуму, звукоізоляція ударного шуму та структурна звукоізоляція [4, 5]. Для ефективної звукоізоляції від шумів різних видів необхідно використовувати різні конструктивні рішення, підбираючи найбільш ефективний захист. Так, під шумом розуміють небажані звуки, що виникають усередині будівлі або від зовнішніх джерел. Повітряний шум поширюється повітрям. Джерелами такого шуму є радіо, телевізор, шум вулиці і т. д. Джерело створює звукову хвилю (коливання частинок повітря), яка при зустрічі з перешкодою (наприклад, зі стіною) індукує згинальні коливання стіни, які, у свою чергу, призводять до коливання частинки повітря в сусідньому приміщенні, створюючи звукову хвилю (шум), яку людина і чує у сусідньому приміщенні. Механізм поширення структурного шуму через перешкоду той самий. Однак джерелом шуму є вібрації конструкції (стіни, підлоги тощо) від, наприклад, закривання дверей, роботи перфоратора і т. д. Ударний шум є окремим випадком структурного шуму (наприклад, шум кроків). У зв'язку з тим, що основним джерелом шуму є міські магістралі або неспокійні сусіди, найпоширенішим способом захисту від нього є встановлення звукоізольовуючих конструкцій [6-8].

Звукоізоляційна конструкція стелі. У випадках, коли потрібна звукоізоляція і вогнестійкість стелі, рекомендується використовувати підвісні стелі. Додаткові звукоізоляційні конструктивні рішення для повітряно-шумових стель по суті не відрізняються від звукоізоляційних конструктивних рішень для стін. Щільні матеріали стелі (гіпсокартон, плити перекриття) проявляють звукоізоляційні властивості, в той час як внутрішній шар матеріалу (мінеральна вата на основі скловолокна) виконує функцію звукопоглинання.

Підвісні стелі можуть поліпшити звукоізоляцію приміщень як по горизонталі, так і по вертикалі. Для звукоізоляції між суміжними приміщеннями найкращим рішенням є поєднання звукоізоляційних перегородок і підвісних стель. У багатьох випадках для цієї мети рекомендується встановлювати суцільну підвісну стелю. Однак такий тип конструкції не забезпечує такої ж звукоізоляції, як у приміщеннях, де перегородка проходить через підвісну стелю і досягає стелі.

Одне з основних застосувань підвісних стель – захист робочих зон від шуму комунікацій, прокладених безпосередньо під стелею. Установка підвісних стель покращує вертикальну звукоізоляцію від повітряного шуму. Це може знизити рівень шуму в приміщеннях, розташованих вище і нижче. Під час покращення звукоізоляції слід завжди враховувати тип конструкції підлоги.

Звукоізоляція підлоги від ударного шуму .Ударний шум можна зменшити, додавши до конструкції підлоги гнучкі пружні прокладки на плиті перекриття (плаваюча підлога), або використовуючи матеріали з високим ефектом зниження ударного шуму (наприклад, лінолеум, килимове покриття) в якості покриття підлоги. В останньому випадку, однак, ефект поліпшення невеликий.

У випадку з плаваючими підлогами ефективність конструкції значною мірою залежить від властивостей віброгасильного шару еластичного матеріалу. В якості пружного матеріалу рекомендується використовувати мінераловатні плити. Крім високих демпфуючих властивостей, цей матеріал має високу міцність на стиск. Тому плаваючі підлоги з цього матеріалу не тільки забезпечують високе зниження ударного шуму до 37 дБ під підлогою, але й витримують високі експлуатаційні навантаження. Конструктивно плаваюча підлога складається з наступного: на плиту перекриття насипається шар вирівнюючого піску. Поверх нього укладається шар еластичного матеріалу, а зверху – стяжка. Стяжки можуть бути цементно-піщаними або сухими (наприклад, гіпсокартон або гіпсоволокнисті плити в кілька шарів). У цементно-піщаних стяжках поверх еластичного шару укладається шар гідроізоляційного матеріалу. Це робиться для того, щоб запобігти проникненню вологи з розчину стяжки в ізоляцію. Перед укладанням стяжки по периметру приміщення слід встановити смуги з нарізаних мінераловатних плит. Висота цих смуг повинна перевищувати висоту стяжки. Для поліпшення звукоізоляції плаваючої підлоги слід уникати прямого контакту стяжки (сухої або цементно-піщаної) зі стіною.

Перегородки (одношарові). Необхідної звукоізоляції можна досягти, використовуючи звичайні важкі будівельні конструкції (перегородки з цегли, бетону тощо). Звукоізоляційні властивості таких конструкцій в основному визначаються їхньою вагою. Однак одношарові рішення мають суттєві недоліки: вони важкі (збільшують навантаження на стелю), товщина конструкції повинна бути більшою, і, як наслідок, вони дорожчі. Рішенням є використання легких багатошарових перегородок, заповнених звукопоглинальним матеріалом. Високощільні двошарові конструкції перегородок мають перевагу в тому, що завдяки звукопоглинальному матеріалу зменшується поверхнева вага конструкції, при цьому досягаються кращі показники ізоляції повітряного звуку, ніж у конструкції з одним несучим шаром тієї ж товщини.

Перегородки (багатошарові). Багатошарові перегородки складаються з декількох шарів (щонайменше двох) твердих (щільних) і м'яких (легких) будівельних матеріалів, що чергуються. Щільні матеріали (зазвичай це гіпсокартонні листи) мають звукоізоляційні властивості. Легкі матеріали виконують звукопоглинальну функцію і послаблюють звукові коливання при проходженні через них.

Слід зазначити, що такі матеріали, як пінопласт, пінополіуретан і пробка не дуже ефективні для звукоізоляційних перегородок. Це пов'язано з їх недостатньою щільністю як хороших звукоізоляційних матеріалів і низьким коефіцієнтом поглинання, оскільки вони не пропускають повітря, щоб бути класифікованими як звукопоглинаючі.

Звукопоглинальна здатність багатошарових перегородок залежить від наступних факторів: поверхневої маси несучого шару в кг/м, жорсткості конструкції перегородки на вигин, ефективності звукопоглинального матеріалу, потенціалу непрямої передачі шуму через суміжні конструкції (стелю, сусідні стіни тощо), товщини перегородки, конструкції перегородки та ефективного звукопоглинального матеріалу в ній. Використання легких звукопоглинальних конструкцій – один з найефективніших способів звукоізоляції приміщення.

Звукоізоляційне облицювання стін. У вже зведених будівлях часто виникає проблема поліпшення звукоізоляції несучих стін. Найбільш розумним рішенням цієї проблеми є використання навісного звукоізоляційного облицювання – це конструкція, що складається зі сталевих каркаса, обшитого зсередини однією або двома гіпсокартонними плитами. Каркас кріпиться до поверхні, що облицюється. Простір між стіною і гіпсокартоном заповнюється звукопоглинальним матеріалом. На практиці конструкція являє собою багатошарову гіпсокартонну перегородку.

Висновки

Покращення звукоізоляції огорожувальних конструкцій у житлових будівлях можна досягнути шляхом:

- використання у проектах конструкції стін та перекриттів, ефективність яких доведена лабораторними та натурними випробуваннями на звукоізоляцію;

- влаштування у новобудовах шарів плаваючих підлог (пружні прокладки і стяжки), за винятком покриття;
- використання ефективних шумопоглинальних будівельних матеріалів для огорожуючих конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабій І. М., Гострик А. М., Кальченя Є. Ю. Багатокритерійний аналіз під час вибору технології влаштування звукоізоляції міжповерхових монолітних перекриттів. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018, № 4 (243-244). С. 79-84.
2. Bouttout A., Amara M. Sound insulation between buildings: the impact noise transmission through different floor configurations. *International Journal of Architectural, Civil and Construction Sciences*. 2016, Vol 10, No 1. UPL : https://www.academia.edu/78583970/Sound_Insulation_Between_Buildings_The_Impact_Noise_Transmission_Through_Different_Floor_Configurations?uc-g-sw=64432871
3. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. [Чинний з 2022-09-01]. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. UPL : https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_1_2-10-2021.pdf
4. Ed. Malcolm, J. Crocker. Handbook of Noise and Vibration Control. N.Y.: John Wiley and Sons, 2007.
5. ISO 140-3:1995. Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements. UPL : <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/3958/794f89399d31494284ea38035a82b272/ISO-140-3-1995.pdf>
6. Schallschutz nach DIN 4109. Aktualisierte Neuauflage. Wienerberger. Ausgabe Oktober 2016.
7. Kürer R. VDI 4100 Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für die Planung und Beurteilung. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*. 1993. 40, P. 37-42.
8. Müller Egbert. Güteschutz Estrich RAL-RG 818. Estrichtechnik, IBF. 1999. Heft IV.

Черній Олеся Олександрівна – магістр, група Б-22мз, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Блащук Наталя Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

Olesia Chernii – master, group B-22mz, department of construction, urban economy and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Natalya Blashchuk. – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua