

**ОБЛАШТУВАННЯ ТЕПЛО ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ
ВНУТРІШНІХ ПРИМІЩЕНЬ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

**ОТДЕЛКА ТЕПЛО ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ
ВНУТРЕННИХ ПОМЕЩЕНИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

**FINISH HEAT SOUNDPROOF MATERIALS INTERIOR RESIDENTIAL
BUILDINGS**

Коваль В.Б., аспірант, **Поколенко В.О.,** д.т.н., проф. (Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ)

Коваль В.Б., аспирант, **Поколенко В.О.,** д.т.н., проф. (Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев)

Koval V.B., PhD student, **Pokolenko V.O.,** D.Sc., prof. (Kiev National University of Construction and Architecture, Kiev)

Наведені конструктивні схеми облаштування стель від від «шуму сусідів зверху» інноваційними тепло- звукоізоляційними сандвічевими плитами. Запропоновані конструктивні рішення дозволять в діапазоні 500-8000 Гц забезпечити до 87% звукопоглинання та в 13 раз зменшити ударний шум в діапазоні частот 60-4000 Гц.

Приведенные конструктивные схемы обустройства потолков от «шума соседей сверху» инновационными тепло- звукоизоляционными сэндвичевыми плитами. Предложенные конструктивные решения позволят в диапазоне 500-8000 Гц обеспечить до 87% звукопоглощение и в 13 раз уменьшить ударный шум в диапазоне частот 60-4000 Гц.

These design schemes of arrangement ceiling "noise neighbour's from above" innovative thermal acoustic insulation Sandwich plates. The proposed design solutions will enable a range of 500-8000 Hz provide up to 87% of sound absorption and 13 times to reduce impact Shumway frequency range 60-4000 Hz.

Ключові слова:

Діапазон частот, звукопоглинання, конструктивні схеми, тепло-звукоізоляційні плити, ударний шум.

Диапазон частот, звукопоглощение, конструктивные схемы, тепло-звукоизоляционные плиты, ударный шум.

Frequency range, sound absorption, construction schemes, thermal acoustic insulation slabs, impact noise.

Вступ. "Шум від сусідів зверху" - мабуть, одна з найбільш гострих проблем недостатньої звукоізоляції в житлових будинках. На жаль, практично неможливо виділити якийсь тип будинків, який би явно перевершував інші за якістю звукоізоляції. Справа в тому, що свої "тонкі" місця існують як в цегляних будинках, так і в монолітних, не кажучи вже про будинки панельні та блокові. Разом з тим, практично всі відомі типи будинків об'єднує одна спільна проблема недостатньої звукоізоляції. Мова йде про звукоізоляції міжповерхових перекриттів. Тому не дивно, що скарги на шуми від сусідів зверху становлять близько 70% скарг на підвищений шум взагалі.

Шум, що поширюється через міжповерхові перекриття, можна розділити на дві категорії. Це, так званий, шум "ударний" і шум "повітряний". Дані категорії отримали свою назву залежно від способу акустичного впливу на перекриття.

Голосно включений телевізор або гра на музичному інструменті - це джерело повітряного шуму. Звук від джерела через повітря потрапляє на перекриття, примушуючи його у свою чергу коливатися і випромінювати шум в нижче розташовану квартиру.

Ударний шум виникає при механічному впливі предметів на перекриття. У переважній більшості випадків цей шум викликається звичайної ходьбою людей по підлозі або пересуванням меблів (стілці, розсувні дивани і т.п.) - загалом, цілком природними і законними діями, які неможливо регламентувати за часом доби або за рівнем створюваного шуму. Якщо при передачі через повітря якусь кількість звукової енергії розсіюється, то у випадку з ударним шумом, плита перекриття безпосередньо випромінює шум в нижче розташоване приміщення. Крім того, звукова енергія передається з перекриття на всі примикаючі до неї конструкції стін будівлі. Це явище називається непрямою передачею звуку [1-4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для вирішення даної проблеми на сьогоднішній день існує три основні методи:

1. звукоізоляція шуму в джерелі, тобто в вище розташованій квартирі;
2. повна або часткова звукоізоляція приміщень, які захищаються;
3. метод звукопоглинання.

Звукоізоляція джерела шуму в квартирі «зверху». Найефективнішим і найважливішим способом поліпшення ізоляції від ударного шуму є пристрій конструкції плаваючої підлоги в квартирі сусіда зверху. Плаваюча підлога являє собою стяжку з бетону, цементно-піщаної суміші, гіпсу або інших подібних матеріалів, що укладаються на шар пружного ізоляційного

матеріалу, наприклад, з акустичної мінеральної вати Acoustic Wool Floor. Товщина стяжки, як правило, становить 50-80 мм, а товщина пружного шару, в звичайних умовах, варіюється від 3 мм до 50 мм. Стяжка в обов'язковому порядку повинна бути відокремлена від стін пружними прокладками. Всі жорсткі зв'язки стяжки плаваючої підлоги з будівельними конструкціями будівлі виключаються щоб уникнути утворення «акустичних містків».

Ефективність ізоляції ударного шуму конструкцією плаваючої підлоги становить, як правило, 18-25 дБ для пружних прокладок товщиною 3-5 мм і може досягати значення 34-39 дБ у разі застосування пружного шару із спеціального матеріалу Acoustic Wool Floor товщиною всього 20 мм. Застосування плаваючої підлоги завжди приводить до істотного збільшення ізоляції ударного шуму «зверху вниз», але на жаль, пристрій такої ефективної конструкції в квартирі сусіда зверху дуже рідко реалізується і, як правило, по «морально-етичним» міркуванням [5].

Метод повної звукоізоляції говорить сам за себе. Ізолюють поверхні практично всіх огорожень в приміщенні. При цьому виконується конструкція звукоізоляційної підвісної стелі, монтуються додаткові звукоізоляційні облицювання стін і влаштовується конструкція плаваючої підлоги. Звукоізоляційні облицювання виконуються за каркасною технологією з гіпсокартону і закріплюються до стін і стель за допомогою спеціальних звукоізоляційних кріплень Vibrofix. Даний метод безумовно ефективний, але на жаль не завжди застосовуємий: повномасштабні будівельні роботи, фінансові та просторові витрати вносять суттєве обмеження в його застосування.

Необхідно відзначити, що поняття «повна звукоізоляція» не означає досягнення «гробової тиші», а стосується тільки методології проведення звукоізоляційних робіт, тобто звукоізоляційній обробки всіх внутрішніх поверхонь захищається від шуму приміщення. У деяких випадках проблему "шуму від сусіда зверху" можна вирішити методом часткової звукоізоляції. Для цього достатньо змонтувати на плиті перекриття конструкцію звукоізоляційного підвісної стелі на еластичних підвісах Vibrofix.

Особливості звукоізоляції в панельних будинках. Метод повної звукоізоляції є чи не єдиним рішенням для квартир, розташованих в панельних будинках. Це пов'язано з тим, що в панельних будинках масивність міжповерхових перекриттів і стін приблизно дорівнює. Це призводить до високої непрямой передачі шуму з вище розташованої квартири вниз по конструкціях стін. У цьому випадку ізоляція тільки одного

стелі, як правило, не дає очікуваного ефекту і потрібно крім підвісної стелі виконувати додаткову звукоізоляцію стін, а в деяких випадках і статі.

Особливості звукоізоляції в цегляних будинках. Якщо ж квартира розташована в старому цегляному будинку з товстими стінами і відносно "легкими" перекриттями, то можна застосувати більш дешевий метод часткової звукоізоляції. В даному випадку влаштування одного лише звукоізоляційного стелі може вирішити проблему шуму "від сусіда зверху", оскільки звук гірше передається з легких будівельних конструкцій (перекриття в даному випадку) на важкі (масивні стіни).

Особливості звукоізоляції в монолітно-каркасних будинках. У монолітно-каркасних будинках ситуація інша: важкі мембрани міжповерхових перекриттів і легкі внутрішні перегородки. При цьому, ударний шум з важкого перекриття дуже добре передається на легкі внутрішні перегородки та стіни в нижче розташованому приміщенні. Крім того, зовнішні стіни в монолітно-каркасних будинках теж досить часто роблять з полегшених матеріалів, наприклад, з пінобетону або саману. Це збільшує теплоізоляцію, але призводить до збільшення непрямої передачі шуму по зовнішніх стінах. Для зменшення передачі «шуму від сусіда зверху» в монолітно-каркасних будинках рекомендується не доводити внутрішні перегородки з цегли або пінобетону до поверхні стелі, залишаючи зазор шириною 10-20 мм, який необхідно заповнити звукопоглинальним матеріалом і за герметизувати стики. Але звук потрапляє в квартиру не тільки "зверху", але і "знизу", а також "збоку" з сусідніх квартир, розташованих по сусіднім міжповерховим перекриттям. Для досягнення акустично комфортних умов проживання в подібних випадках, рекомендується виконувати конструкцію звукоізоляційного підвісної стелі і зводити внутрішні перегородки за каркасною технологією. При цьому монтаж металевих каркасів необхідно проводити за допомогою звукоізолюючих направляючих профілів Vibrofix Liner, що виключають передачу звуку з перекриттів на перегородки. Ефективність зниження «шуму від сусідів зверху» методом повної або часткової звукоізоляції приміщень, які захищаються може досягати значення 15-20 дБА.

Звукоізоляція методом збільшення звукопоглинання. Коли ремонт вже зроблений або коли можливості і бажання його робити ні, в якості досить ефективного засобу зниження шуму від сусідів зверху застосовується метод звукопоглинання, наприклад, монтаж акустичного підвісної стелі. Одна з головних умов його успішного застосування і одночасно один із стримуючих чинників є висота стель у приміщенні. Справа в тому, що конструкція, що

забезпечує реальне зниження шуму від сусіда зверху, має загальну товщину 120 - 170 мм. Дана конструкція ефективно працює в будинках з вихідною висотою стелі не більше 3-х метрів. Звукопоглинальна конструкція являє собою комбінацію акустичного підвісної стелі, наприклад "Есophon", і шару спеціальної звуковбирної мінеральної вати, яку поміщено в простір між перекриттям і підвісною стелею. Така конструкція відносно плити перекриття працює як звукоізоляційна, тобто шум, проникаючий безпосередньо від плити перекриття, проходячи через підвісну стелю, частково гаситься. По відношенню до самого приміщення дана конструкція працює як звуковбирна. Тобто шум і раніше проникає в приміщення через стіни і підлогу, але, потрапивши до приміщення, поглинається підвісною стелею, подібно роботі поглинача запахів в холодильнику.

Ефективність зниження «шуму від сусідів зверху» методом звукопоглинання обмежена значеннями 6-7 дБА, і залежить від товщини робочого шару акустичного стелі і ступеня «шумності» вихідного приміщення. Необхідно відзначити, що забезпечити 100% звукоізоляцію неможливо, але часто цього й не потрібно. У більшості випадків достатньо знизити рівень проникаючого в приміщення шуму до нормативного або, як мінімум, не дратівного рівня [6-9].

Постановка мети і задач досліджень. Метою досліджень зниження рівнів міжповерхових побутових шумів методом часткової звукоізоляції стель. Досягнення мети можливо за рахунок облаштування стель внутрішніх приміщень житлових будівель тепло- звукоізоляційними матеріалами у вигляді плит (рис. 1, рис. 2).

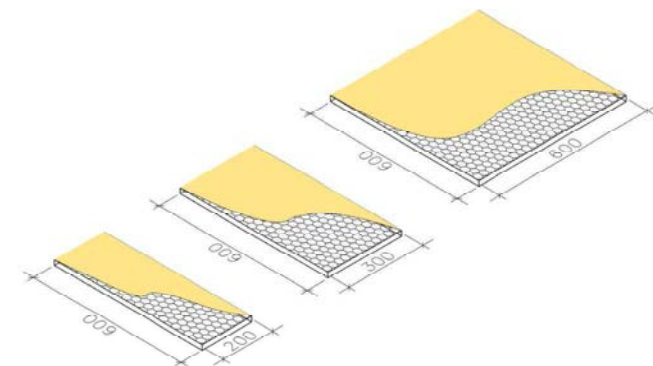


Рис. 1. Зовнішній вигляд та геометричні розміри тепло- звукоізоляційних сандвічевих плит

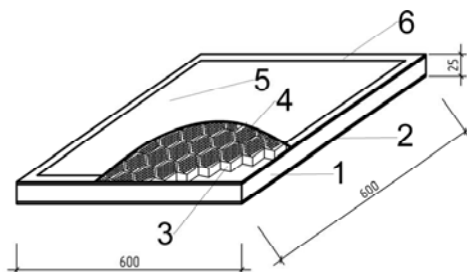


Рис. 2. Конструкція тепло- звукоізоляційної сандвічевої плити: 1 – картонний каркас; 2, 5 – листи гофрованого картону; 3 – паперовий стільник; 4 – спучений перлітовий пісок насипною густиною 75 кг/м^3 ; 6 – двох стороння липка стрічка по периметру плити

Характеристики тепло- звукоізоляційної сандвічевої плити:

- товщина – 25, 50 мм;
- густина – 30, 60 кг/м^3 ;
- коефіцієнт теплопровідності при 20°C – 0,023, 0,028 $\text{Вт/м}^\circ\text{C}$.
- термічний опір – 0,124, 1 29 $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$;
- коефіцієнт паропроникності – 0,48, 050 $\text{мл/м}^2\cdot\text{год Па}$;
- коефіцієнт звукопоглинання в діапазоні 500-8000 Гц – 0,22-0,87, тобто до 87%;
- середня віброізоляційна здатність в діапазоні 60-4000 Гц – 22 дБА, тобто зменшення ударного шуму та віброшуму в 13 разів.

Значення коефіцієнтів звукопоглинання наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Коефіцієнти звукопоглинання

Діапазон частот, Гц	Нормальний коефіцієнт звукопоглинання при товщині сандвічевої плити, мм	
	25	50
Низькочастотний 100-250	0,07-0,42	0,08-0,46
Середньочастотний 250-1000	0,42-0,70	0,46-0,73
Високочастотний 1000-2000	0,70-0,75	0,73-0,86

Результати досліджень. Враховуючи вище наведені звукопоглинальні та звукоізоляційні характеристики плит можна стверджувати про повну чи часткову звукоізоляцію стель житлових приміщень від ударного «шуму сусідів зверху».

На рис. 3 — рис. 5 наведені конструктивні схеми звукоізоляції стель житлових приміщень. Слід зазначити, що при облаштуванні стель даними плитними матеріалами, можливі температурні шви краще всього штукатурити акриловими замазками.

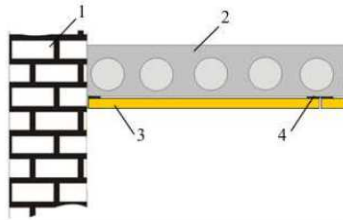


Рис. 3. Одно шарова конструкція звукоізоляції стелі житлового приміщення висотою 2,5 м: 1 – стіна; 2 – панель перекриття; 3 - тепло- звукоізоляційні сандвічеві плити товщиною по 25 мм; 4 - двох стороння липка стрічка

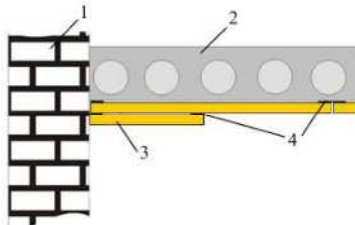


Рис. 4. Одно шарова дворівнева конструкція звукоізоляції стелі житлового приміщення висотою 2,5 м: 1 – стіна; 2 – панель перекриття; 3 - тепло- звукоізоляційні сандвічеві плити товщиною по 25 мм; 4 - двох стороння липка стрічка

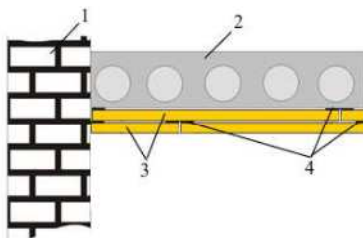


Рис. 5. Двох шарова конструкція звукоізоляції стелі житлового приміщення висотою 3 м: 1 – стіна; 2 – панель перекриття; 3 - тепло- звукоізоляційні сандвічеві плити товщиною по 50 мм; 4 - двох стороння липка стрічка

На рис. 6 наведена загальна схема облаштування стель житлових приміщень від «шуму сусідів зверху» тепло- звукоізоляційними сандвічевими плитами.

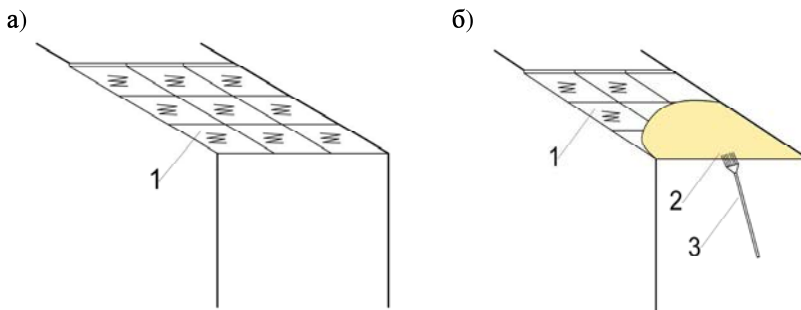


Рис. 6. Схема облаштування стель житлових приміщень від «шуму сусідів зверху» тепло- звукоізоляційними сандвічевими плитами: 1 – плита; 2 – акрилова фарба; 3 – валик або щітка

Кількість плит для облаштування вибирають залежно від їх конструктивних розмірів (рис. 1) і геометричних розмірів стелі приміщення. Термін виконання робіт, в середньому, триває до 3 годин.

Висновки

Наведені конструктивні схеми облаштування стель від «шуму сусідів зверху» інноваційними тепло- звукоізоляційними сандвічевими плитами. Запропоновані конструктивні рішення дозволять в діапазоні 500-8000 Гц забезпечити до 87% звукопоглинання та в 13 раз зменшити ударний шум в діапазоні частот 60-4000 Гц.

1. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. – М.: Техносфера. 2005. – 535 с.
2. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник. — М.: Логос, 2008. — 423 с.
3. Основи акустичної екології / [Дідковський В.С., Акименко В.Я., Запорожець О.І. та ін.]. – Кіровоград, 2002. – 514 с.
4. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом / Иванов Н.И. – М.: Логос. - 420 с. http://acoustik.com.ua/vibrofix_swing_ru.php
5. Heckl M., Rathe E.J. Relationship between the transmission loss and impact noise isolation of floor structures. J.A.S.A., Vol. 35 (1963), pp. 1825—1830.
7. Vér I.L. Relation between the normalized impact sound level and sound transmission loss. J.A.S.A., Vol. 50, № 6 (Part. 1), 1971, pp. 1414—1417.
8. Крейтан В.Г. Защита от внутренних шумов в жилых домах. - М.: Стройиздат, 1990. - 260 с.
9. Салтыков И.П. Теоретические аспекты суммарного влияния воздушного и ударного шума на звукоизоляцию междуэтажных перекрытий жилых зданий / И.П. Салтыков // Вестник МГСУ. - 2012. - № 10. - С. 45—50.