

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ШУМОЗАХИСНОГО ЕКРАНУ НА ЙОГО ЕФЕКТИВНІСТЬ

Вступ

На даний час акустичне забруднення в Україні є досить розповсюдженим явищем, якому, на жаль, не приділяється достатньої уваги. За ступенем негативного впливу на організм людини надмірне шумове навантаження порівнюється з шкідливим впливом загазованого повітря та забрудненої води. Довготривале перебування людей в таких умовах зонах призводить до зниження уваги людини, втомлюваності, психічних розладів та інших захворювань.

Найбільш поширеним джерелом шумового навантаження є транспортні магістралі, серед яких найбільш поширеними є автомобільні транспортні потоки. У великих містах понад 90% населення кожного дня страждають від надмірного шуму. Із зростанням інтенсивності транспортного руху підвищуються і рівні звуку навколо транспортних магістралей, що призводить до збільшення територій з понад нормованими рівнями шуму.

В нашій країні діють норми [1, 2] щодо допустимих рівнів шуму для сельбищних територій. Щоб задовольнити вимогам цих норм без застосування спеціальних заходів будівництво житлових будинків необхідно проводити щонайменше на відстані 100 – 200 м від автомагістралей. Іншим виходом із ситуації є можливе будівництво автодоріг навколо міст та поселень. Однак обидва варіанти є матеріально затратними оскільки звільнити великі території часто є неможливим особливо для територій з існуючою забудовою. Будівництво доріг в обхід міських поселень можливе але пов'язано з великими матеріальними та часовими затратами, що не можна вважати прийнятним варіантом вирішення проблеми захисту від шуму.

Для зменшення рівнів шуму застосовують спеціальними шумозахисні засоби, що призводять до зменшення рівнів шуму від автомобільного транспорту. Одним із таких засобів є застосування шумозахисних екранів-стінок, що встановлюються обабіч автомобільних доріг. Застосування таких будівельних споруд також пов'язано з немалими матеріальними затратами, що в свою чергу вимагає обґрунтування необхідності їх впровадження. Тому визначення ефективності шумозахисних екранів є ключовим питанням, що впливає на прийняття рішення щодо їх застосування.

В світі існують методи розрахунку акустичної ефективності шумозахисних екранів, що були розроблені в 70-их роках минулого століття [3-5]. Ці методи ґрунтуються на роботах японського вченого Маекави, який наприкінці 60-х років провів ряд дослідів по визначенню ефективності звуковідбивних екранів для точкового та тонкого циліндричного джерела звуку [6]. Пізніше над цією проблемою питаннями працювали Макдональд, Коуйомьян, Пасек та інші. Також було запропоновано застосувати теорію дифракції Кірхгофа для вирішення задачі визначення акустичного поля за шумозахисним екраном. Однак точність розрахунків за цією теорією для акустичних хвиль виявилась значно нижчою ніж для електромагнітних, що в першу чергою пов'язано з порівняно великою довжиною звукових хвиль.

На даний час існує декілька методів вирішення задачі по визначенню ефективності шумозахисних екранів. В різних країнах існують свої методики розрахунку, що викладені у відповідних національних стандартах. В нашій країні й досі користуються методами розрахунку, запропонованими в другій половині минулого століття, що унеможливорює визначення акустичного поля від транспортних потоків при застосуванні шумозахисних екранів з

необхідною точністю та наочністю в зв'язку з чим і виникла необхідність експериментального дослідження

1 Постановка експериментальних досліджень

В лабораторії будівельної та архітектурної акустики проведено ряд експериментальних досліджень по визначенню впливу параметрів шумозахисного екрана-стілки на його ефективність. Основною метою було визначення впливу зміни висоти, звукопоглинання поверхні екрану, форми верхньої кромки та його звукоізоляції на акустичну ефективність.

Експериментальні дослідження проводилися в заглушеній камері лабораторії НДІБК, акустичне поле в якій відповідає умовам вільного простору в діапазоні частот вище 100 Гц. Для цього була створена модель відрізка дороги з шумозахисним екраном в масштабі 1:10 (рис.1).



Рисунок 1 – Експериментальний стенд в заглушеній камері лабораторії будівельної та архітектурної акустики НДІБК

Моделлю автотранспортного потоку була лінійна група із 24 гучномовців, що утворювали ненаправлене широкосмугове випромінювання. На цю групу гучномовців подавався некогерентний «білий» шум.

У вигляді екрану використовувалися гіпсокартонні листи з відомою звукоізоляцією. Зміна звукопоглинання поверхні екрану здійснювалась за рахунок розташування звукопоглинальних матів БЗМ, товщиною 12 мм в оболонці із склотканини, з визначеними звукопоглинальними характеристиками. Звукопоглинальні мати розташовувались як по всій висоті екрану, так і лише на верхній його частині (10-20% від висоти екрану).

Проведено вимірювання рівнів звукового тиску для 4-ох різних висот екрану: 1; 0,7; 0,5 та 0,3 м (для моделі) та без екрану в 65 точках за екраном на відстані від 0,1 м до 3,5 м за екраном по горизонталі та від 0,15 м до 1,0 м від рівня полотна догори по вертикалі.

Частоти на яких визначалась ефективність екрану: третиннооктавний ряд частот від 250 Гц до 6300 Гц.

За результатами досліджень ефективність шумозахисного екрану визначалась як різниця між рівнями звукового тиску у відповідних точках і на відповідних частотах без екрану та з екраном.

Похибка вимірювань рівнів звукового тиску, що визначалась за повторюваністю для частот в діапазоні від 250 Гц до 630 Гц складала не більше $\pm 1,5$ дБ, а для частот від 800 Гц до 6300 Гц – не більше 1,0 дБ.

2 Результати випробувань

2.1 Залежність від висоти

В результаті експерименту були отримані значення ефективності шумозахисного екрану та побудована залежність ефективності екрану від числа Френеля, що визначається згідно з

формулою (1).

$$N = \frac{2}{\lambda} \delta \quad (1)$$

де λ - довжина звукової хвилі;

δ - різниця шляхів дифрагованого звуку з точки випромінювання в точку прийому та прямого звуку (при відсутності екрану).

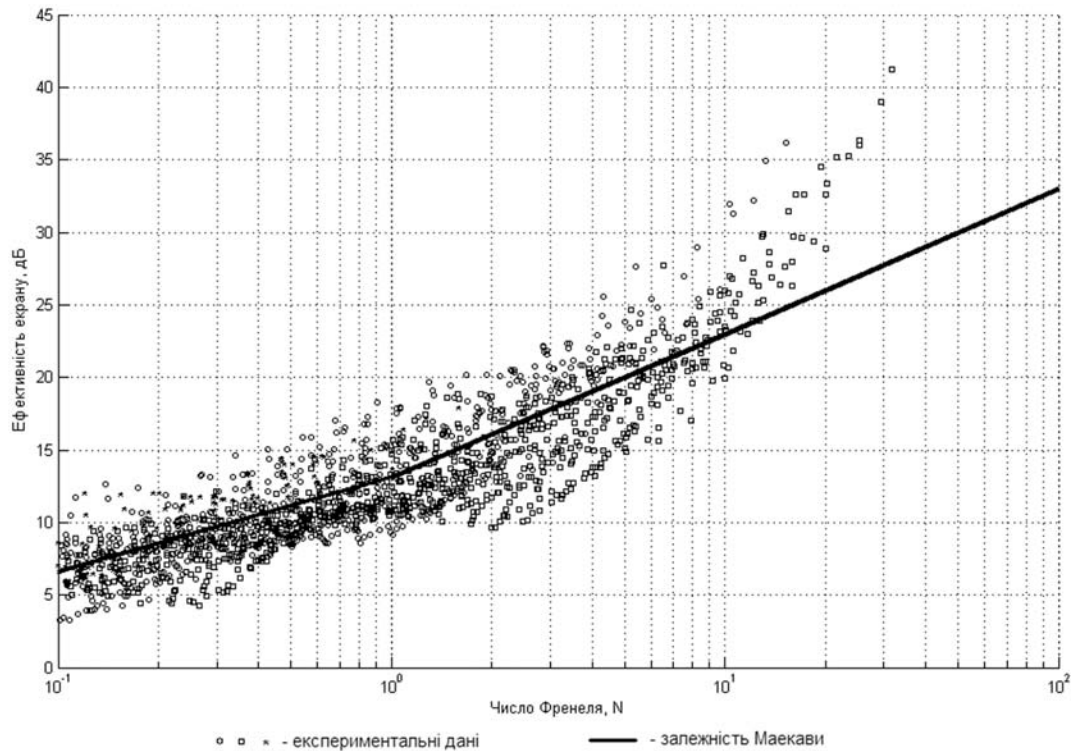


Рисунок 2 – Порівняння результатів експерименту з відомою залежністю (З. Маєкава)

Як видно з рисунку 2 в результаті проведеного експерименту в цілому підтвердилася закономірність, що була запропонована Маєкавою, однак спостерігаються досить великі (до ± 5 дБ) відхилення ефективності екрану при одному й тому ж числі Френеля. Це вказує на те, що залежність ефективності екрану є дещо складнішою. Також помічено, що для високих чисел Френеля, тобто в зоні біля основи екрану ефективність екрану дещо вища за розрахункову модель, що потребує подальшого дослідження.

2.2 Залежність від звукопоглинання

При визначенні впливу звукопоглинання на ефективність шумозахисного екрану проводилися вимірювання для екрану з нормальним коефіцієнтом звукопоглинання $\alpha < 0,2$ для всього діапазону частот, результати яких порівнювались з ефективністю звукопоглинального екрану з $\alpha > 0,8$. Також визначався вплив ширини смуги звукопоглинального матеріалу на його ефективність.

На рисунку 3 наведено типове поле різниці ефективностей звуковідбивного та звукопоглинального екрану.

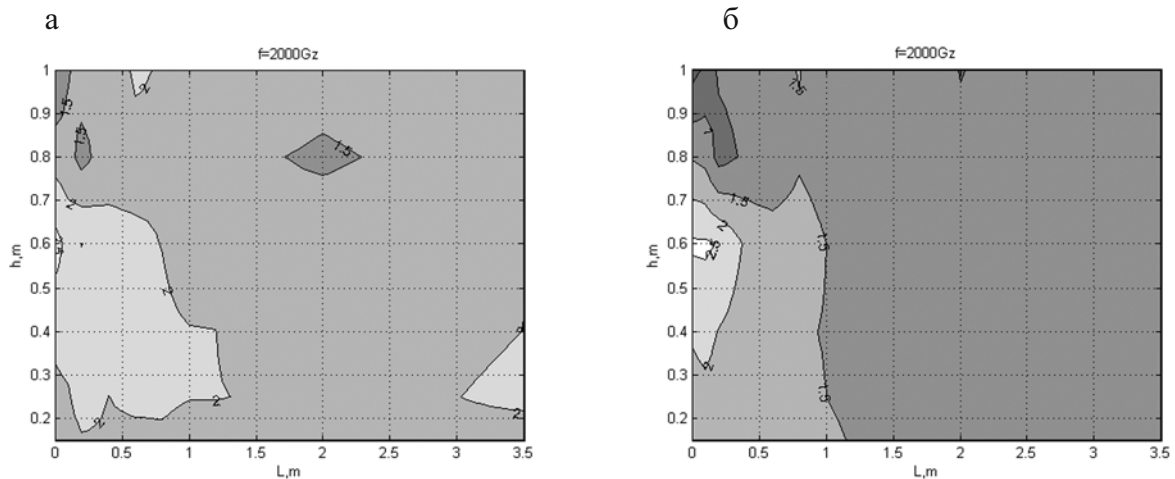


Рисунок 3 – Ефективність звукопоглинальних екранів в порівнянні із звуковідбивними

а – при 100% поверхні екрана покритого звукопоглинальним матеріалом з $\alpha > 0,8$
б – при 20% площі екрану (починаючи від верхньої кромки) покритого звукопоглинальним матеріалом з $\alpha > 0,8$

Як видно з рисунків 3а і 3б збільшення ефективності при збільшенні звукопоглинання відбувається лише в невеликій області поблизу екрану на величину до 2 дБ. Причому якщо порівнювати рисунки 3 між собою, то можна зробити висновок, що основний вплив на збільшення ефективності екрану вносить звукопоглинання, що розміщене у верхній частині екрана.

2.3 Зміна форми верхньої кромки екрану

Було проведено дослідження ефективності екрану, якщо верхня кромка екрану була огорнута звукопоглинальним матеріалом, що є моделлю екрану зображеного на рисунку 4.



Рисунок 4 – Шумозахисний екран із звукопоглинальною кромкою спеціальної форми

Поле ефективності улаштування такої форми кромки екрану, що була отримана експериментальним шляхом наведена на рисунку 5. При цьому порівнювалась ефективність звуковідбивного екрану без та зі спеціальною кромкою. Загальна висота екрану залишалась постійною.

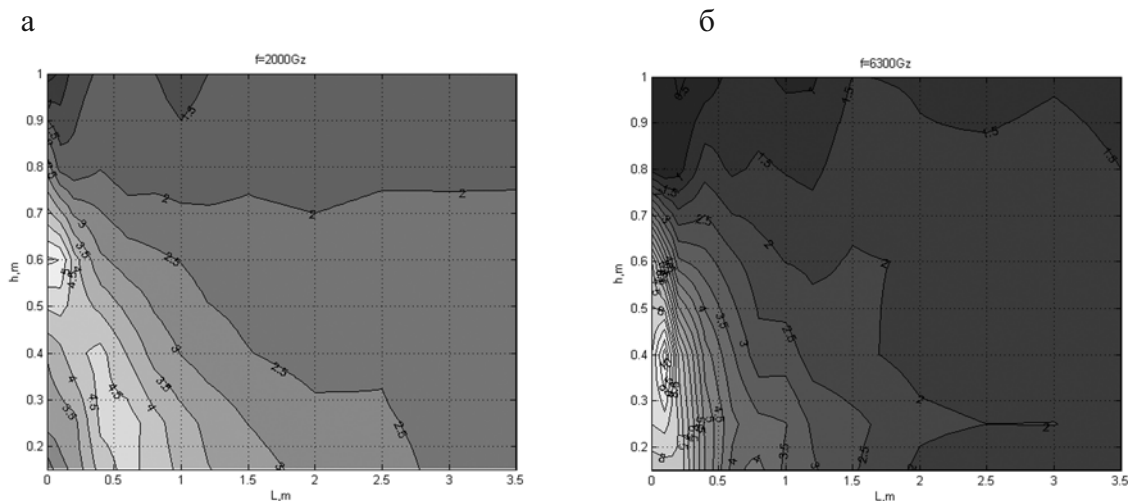


Рисунок 5 – Вплив звукопоглинальної кромки екрану спеціальної форми на його ефективність

- а – для частоти 2000 Гц (200 Гц для натурних розмірів)
 б – для частоти 6300 Гц (630 Гц для натурних розмірів)

Як можна бачити ефективність улаштування звукопоглинальної кромки екрану спеціальної форми збільшує його ефективність на досить великій площі шумозахисту. Причому зі збільшенням частоти ця ефективність збільшується і може досягати величин до 8 дБ і більше.

2.4 Вплив звукоізоляції екрану

Всі методики розрахунку ефективності шумозахисних екранів ґрунтуються на моделях, що передбачають звуконепрохідність шумозахисних екранів. Іншими словами звукоізоляція таких екранів є нескінченною і звук проникає в зону акустичної тіні за екраном, лише крізь його кромку. В дійсності ж тіло екрану має кінцеву звукоізоляційну здатність.

При проведенні експериментальних вимірюваннях для екрану висотою 1 м (для моделі) ефективність такого екрану майже не збільшувалось в порівнянні з ефективністю екрану висотою 0,7 м. Було визначено, що при великих ефективностях екрану є суттєвим проникненням звуку крізь його тіло. Експериментальним шляхом було встановлено, що проникнення шуму в зону тіні за екраном крізь тіло екрану стає помітним і погіршує його ефективність якщо різниця між звукоізоляційною здатністю екрану та його розрахунковою ефективністю менша ніж 10 дБ.

Висновки

В результаті проведених експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

- методика розрахунку акустичної ефективності екранів, що була запропонована Маєкавою з визначенням числа Френеля, в цілому для технічних цілей є достатньо прийнятною, але має значно складніші залежності, які ще потрібно детально вивчати;
- вплив звукопоглинання поверхні екрану на його ефективність є незначною (до 2 дБ) в зоні поблизу екрану. Тому збільшення величини звукопоглинання не може бути ефективним заходом збільшення його акустичної ефективності;
- улаштування звукопоглинальних кромek екрану спеціальних форм призводить до підвищення його акустичної ефективності на значній території. Величина ефективності улаштування таких кромek досягає 8 дБ і більше. Цей спосіб збільшення ефективності екрану потребує подальшого вивчення.
- застосування відомих методик розрахунку ефективності шумозахисних екранів

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

можливе лише при умові, що звукоізоляція екрана на 10 дБ більша ніж його розрахункова (проектна) ефективність.

ЛІТЕРАТУРА

1. СН 3077-84 Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки
2. СНиП II-12-77 Нормы проектирования. Защита от шума.
3. Пособие к МГСН 2.04-97 Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий, М. ГУП «НИИЦ», 1999 – 42 с.
4. DIN 18005-1-2002 Noise abatement in town planning - Part 1: Fundamentals and directions for planning
5. User's Manual, SoundPLAN (<http://www.soundplan.com>).
6. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Г.Л. Осипов, Е.Я. Юдин, Г.Хюбнер и др.; Под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина, 1987. – 558 с.: ил.

УДК 699.86:317.11

*Фаренюк Г.Г., доктор техн. наук, зав. відділу будівельної фізики, керівник Науково-технічного центру з питань енергоефективності в будівництві
ДП “НДІБК”, м. Київ, Україна*

МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕПЛОВОЇ НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ФАСАДНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ

Основною особливістю сучасних вимог до цивільних будинків є необхідність їх оцінювання за показниками енергоефективності. Обов'язковою умовою енергоефективності є умова **теплової надійності** – не може бути будинок енергоефективним, якщо його теплоізоляційна оболонка не є надійною за теплотехнічними показниками. Зміна конструктивних принципів теплоізоляційної оболонки – перехід від одношарових цегляних або бетонних стін до багатошарових стін [1,2], що обумовлено саме вимогами енергоефективності, потребує і **принципової зміни** оцінювання експлуатаційної придатності сучасних огорожувальних конструкцій.

Категорія надійності при порівнянні або характеристиці конструкції кількісно визначається такими показниками, як **ймовірність безвідмовної роботи** - ймовірністю того, що в заданому інтервалі часу не відбудеться відмови конструкції (виробу), **коефіцієнтом готовності** - ймовірністю того, що виріб виявиться працездатним у задані й випадкові моменти, **коефіцієнтом використання часу** - характеристика працездатності, віднесена до часу його функціонування [3], **довговічністю** – зберіганням необхідних експлуатаційних властивостей на протязі заданого часу, **ремонтпридатністю**, тощо. Надійність визначає не тільки частотні характеристики виникнення поломок елементів, але і зміну споживчих властивостей конструкцій і системи конструкцій - теплоізоляційної оболонки будинку,