

ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ ВІД ШУМУ НА АВТОСТРАДАХ

*О. В. Вихор, інж. (Святошинська РДА), В. М. Кобасов, В. М. Громов,
інженери (ННДІОП)*

Освещена проблема борьбы с шумом на автодорогах и автомагистралях. Рассмотрены методы предупреждения и снижения шума от транспортных средств.

Впровадження в промисловість нових технологічних процесів, різке збільшення кількості транспортних засобів, їх потужності і швидкості призвели до того, що людина на виробництві і в побуті постійно зазнає впливу шуму високих рівнів. Шум часто поєднується з іншими шкідливими факторами (вібрацією, випромінюванням) і несприятливо впливає на організм людини – звук в 130 дБ викликає в людини відчуття болю, який при 150 дБ стає нестерпним.

Шумове забруднення, пов'язане з автомобільним, трамвайним та іншим транспортним рухом, призводить не тільки до дискомфорту, але й до погіршення здоров'я людини. Рівень шуму на автомагістралях, уздовж залізничних колій, на вулицях і навіть усередині мікрорайонів досяг сьогодні інтенсивності промислових шумів.

Усунути джерело шуму неможливо, але можна зменшити вплив шуму на людину і довести його до безпечного або навіть незначного рівня. На цей час застосовуються такі способи і засоби боротьби з шумом:

влаштування шумозахисних екранів [1];

впровадження мал шумних технологічних процесів при будівництві та ремонті доріг;

удосконалення будівельних матеріалів;

поліпшення планування будинків при забудові міст і населених пунктів, що знаходяться поблизу магістралей.

У тих випадках, коли джерела шуму можуть бути відокремлені від об'єктів, що захищаються, зниження шуму можна досягти правильним вибором звукоізолюючих конструкцій [1]. Фактична звукоізоляція захисними огорожами повинна забезпечувати зниження шуму до допустимих рівнів (у житлових приміщеннях нормальний рівень звуку вдень з 7^{00} до $23^{00} - 40$ дБ, уночі з 23^{00} до $7^{00} - 30$ дБ) [2–4].

Звукоізолююча перепона (стіна, будівля, насип) перешкоджає поширенню звукових хвиль, що падають на неї, і розсіює їх. Якщо розміри перешкоди більші, ніж довжина звукової хвилі, то за нею утворюється “звукова тінь”. Частина хвиль огинає екран і потрапляє в область тіні. Зниження рівня звукового тиску нескінченно довгим екраном $\Delta L_{\text{екр}}$ розраховується на основі законів дифракції за формулою

$$\Delta L = 29 \lg \left[\sqrt{2\pi N} / (\operatorname{tg} \sqrt{2\pi N}) \right] + 5, \quad (1)$$

де N – число Френзеля, $N = 2\delta\lambda$, де $\delta = a+b-d$; $(a+b)$ – найкоротший шлях від джерела шуму S до точки спостереження A , який проходить через верхню кромку екрана; d – відстань між цими точками по прямій (візирній) лінії; значення δ від’ємне, коли візирна лінія проходить над екраном (рис. 1).

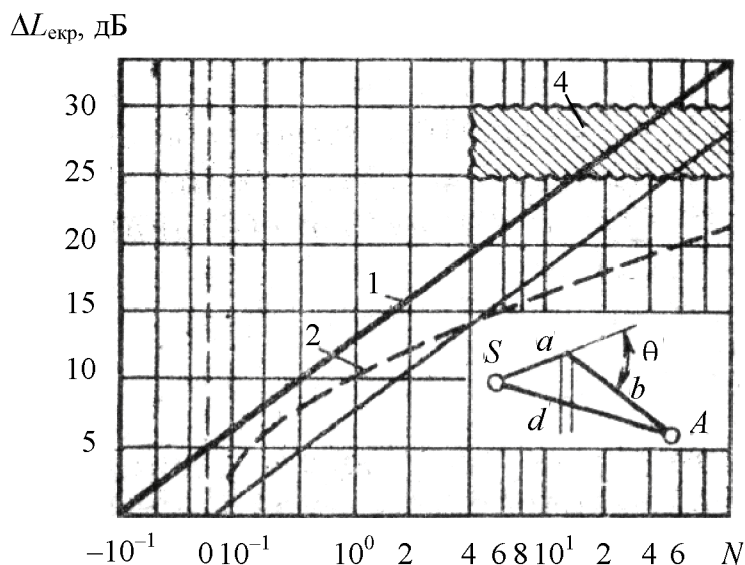


Рис. 1. Розрахунок зниження рівня звукового тиску довгим екраном залежно від числа Френзеля N . Площина екрана перпендикулярна горизонтальній проекції візирної лінії $S-A$: 1 – точкове джерело високо над землею; 2 – лінійне джерело; 3 – точкове джерело на землі; 4 – область максимального зниження; θ – тіньовий кут; 4 – область максимальної звукоізоляції

Лінія 1 показує зниження рівня шуму екраном $\Delta L_{\text{екр}}$ у випадку, коли висота джерела звуку S і точки спостереження A над поверхнею землі становить не менше $1/4$ відстані до екрана; лінія 3 – $\Delta L_{\text{екр}}$, коли точки S і A знаходяться на поверхні землі або близько до неї.

Максимальна ефективність екранів на відкритому повітрі може досягати 25–30 дБ(А) (у децибелах за шкалою А). В результаті екранування змінюється форма спектра шуму. Якщо екран має скінченні розміри (рис. 2), то звук огинає його з трьох сторін, послаблюючись згідно з закономірністю (1), а потім сумується [5].

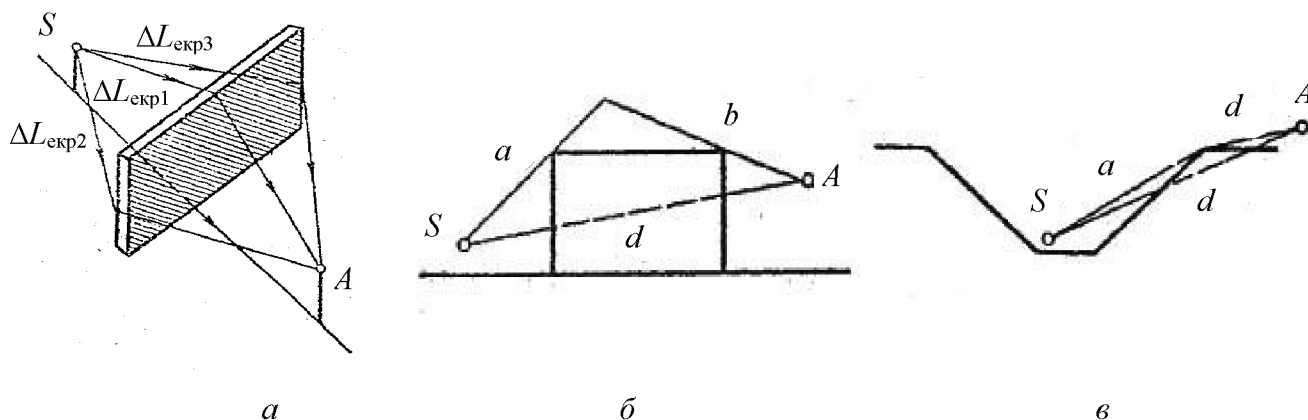


Рис. 2. Розрахункова схема екранування звуку реальними огорожами: а – скінченний екран; б – товстостінна перешкода (будівля); в – виїмка

Нормативно-технічна документація установлює вимоги до захисту від шуму. На цей час діють такі основні документи, які регламентують допустимі норми шуму в житлових та суспільних будівлях, на робочих місцях, шумові характеристики машин, механізмів, транспортних засобів, встановлюють класифікацію шуму:

ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

«Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» № 3077-84 от 03.08.1984 г.;

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 23499-79 «Матеріали виробу будівельні звукопоглинаючі і звукоізоляційні. Класифікація і загальні технічні вимоги».

Розрахунок рівня звуку ведеться по всіх октавних смугах з середніми геометричними частотами 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 і 8000 Гц. Значення звукоізоляції R_A розраховується окремо для кожної захисної конструкції (стіна, будівля, насип, вікно і т.п.) [2, 3].

Звукоізоляція захисної огорожі з бетону, залізобетону, шлакобетону, цегли та подібних матеріалів масою 100–1000 кг/м²:

$$R_A = 22 \lg(m_n/m_0) - 12, \quad (2)$$

де $m_0 = 1$ кг/м²; m_n – маса огорожі.

Звукоізоляція захисної огорожі з сталі товщиною 1–10 мм:

$$R_A = 22 + 9 \lg(h/h_0), \quad (3)$$

де h – товщина огорожі (без урахування ребер), мм; $h_0 = 1$ мм.

Звукоізоляція глухого вікна з силікатного скла товщиною 2–10 мм:

$$R_A = 18 + 8,5 \lg(h'/h_0), \quad (4)$$

де h' – товщина скла, мм.

Звукоізоляція глухого вікна з органічного скла товщиною 5–30 мм:

$$R_A = 12 + 12 \lg(h'/h_0). \quad (5)$$

Шумозахисні придорожні екрани призначені для установки вздовж автомагістралей, залізниць, трамвайних шляхів і наземних ліній метро з метою захисту розташованих уздовж них об'єктів від шуму транспортних засобів. Конструкції таких екранів покликані забезпечувати комплексний захист від шуму шляхом його поглинання, відбиття і розсіювання.

Зниження шуму в забудованому просторі відбувається дуже нерівномірно. Поблизу джерела шуму рівень звуку зростає за рахунок додаткового відбиття; за першим рядом будинків рівень звуку знижується до ~3–10 дБ(А). Для транспортних магістралей, не піднятих над поверхнею землі, спад рівня звуку складає близько 6 дБ(А) на 200 м. В містах додаткове відбиття сповільнює швидкість зниження рівня звуку до 4 дБ(А).

Для зниження шуму на автомагістралях або залізничних коліях використовуються зелені насадження (лісосмуги). Коефіцієнт ослаблення шуму $\sim 0,08$ дБ(А)/м (спеціальних щільних лісосмуг – 0,25 дБ(А)/м).

Шумозахисні екрани можуть бути різних розмірів, конструкцій (одношарова, багатошарова) і виконані з різних матеріалів (гіпсобетону, шлакобетону, цегли, скла, металу, композиційних матеріалів і т.п.). Поглинання звуку одношаровою огорожею здійснюється за рахунок її товщини. Звукоізоляцією можна керувати навіть при незмінній масі огорожі шляхом зміни циліндричної твердості плити. При зменшенні твердості плити область зниженої звукоізоляції переміщається у бік високих частот і, навпаки, при збільшенні твердості плити гранична частота знижується. Посилення тонких плит ребрами жорсткості може бути причиною погіршення їх звукоізоляційних властивостей. Підвищення звукоізоляції одношарових огорож досягається головним чином шляхом збільшення їх маси. Однак навіть подвоєння маси огорожі приводить до росту звукоізоляції лише на 5–6 дБ.

Більш ефективний спосіб підвищення звукоізоляційних властивостей – застосування багатошарових огорож, тобто конструкцій, складених з кількох шарів, зокрема пружних. Пружним є, наприклад, повітряний прошарок. В останньому випадку при досить великій відстані між плитами огорожі і відсутності непрямих шляхів передачі звуку звукоізоляція захисної огорожі наближається до значення, що дорівнює сумі значень звукоізоляції кожного шару. Огорожа типу «сандвіч» складається з двох тонких плит, зв'язаних пружним проміжним шаром.

Найдешевшими і найбільш ефективними є шумоізолюючі екрани, розроблені російськими організаціями – Центральним науково-дослідним інститутом будівельних матеріалів (ЦНДІБМ) та ТОВ “Трансбар’єр”. Добре зарекомендували себе монопоглинаючі листові шаруваті та мастичні матеріали нового покоління типу “Бізон” та “Медуза”, розроблені українським Інститутом спеціальних систем та технологій (ІМіС).

Продукція ТОВ “Трансбар’єр” – звукоізолюючі і звукопоглинальні панелі і металоконструкції шумозахисних екранів (рис. 3, 4). Випробування шумозахисних екранів показали, що вони забезпечують звукоізоляцію у всіх октавних смугах частот. Індекс ізоляції повітряного шуму 37 дБ. Частотні характеристики екранів відповідають вимогам ГОСТ 23499-73. За своїми шумопоглинальними властивостями екрани в області низьких (63–250 Гц) і високих (2000–8000 Гц) частот належать до звукопоглинальника 2-го класу, в області середніх частот (500–1000 Гц) – 1-го класу. За своїми акустичними властивостями шумозахисні екрани відповідають вимогам СНиП-12-77 “Защита от шума” і рекомендуються до застосування як екрануючі пристрої і споруди для захисту від шуму автомобільного і залізничного транспорту.



а



б

Рис. 3. Шумозахисні екрани виробництва ТОВ «Трансбар'єр»: *а* – шумопоглинальні панелі з двох профільованих деталей; *б* – панелі з двох профільованих деталей з насипом

Шумопоглинальна панель складається з зовнішньої панелі з двома ребрами жорсткості і перфорованою поверхнею і задньої панелі з двома ребрами жорсткості. З торців установлюються бічні кришки. Між зовнішньою і задньою панелями, що утворюють короб, розміщується шумопоглинальний елемент з мінеральної вати або скловати, кашированої склополотном. Деталі кріпляться заклепками. Стійки різних конфігурацій, у тому числі криволінійні, виконані з двотаврового профілю і кріпильних кутиків. Усі матеріали, що застосовуються при виробництві захисних екранів, сертифіковані.

Шумозахисні екрани, розроблені ЦНДІБМ, виготовляються з сучасних композиційних матеріалів – скло- і базальтопластиків і мають такі переваги перед металевими і залізобетонними екранами:

більш ефективний шумозахист;

менша маса;

підвищена довговічність і стійкість до агресивних факторів зовнішнього середовища;

стійкість до корозії, гниття та дії соляних розчинів, які використовуються комунальними снігозбиральними службами.



Рис. 4. Шумозахисні придорожні екрани з композиційних матеріалів, розроблені ЦНДІБМ

Такі шумозахисні екрани збираються з окремих блоків, що дозволяє зводити екрани будь-якого розміру. Блоки поставляються на місце монтажу повністю укомплектованими, із установленими звукопоглинальними елементами.

Слід зазначити, що одна з умов застосування шумозахисних екранів – їх захист бар'єрами безпеки, що приводить до подорожчання конструкції і зменшення корисної площі тротуарної частини. Особливо це відчувається в місті, де багато житлових будинків після реконструкції транспортних вузлів, що примикають до них, опинилися на проїзній частині. В таких умовах застосування шумозахисних екранів неможливе.

Існуючі захисні споруди не завжди естетично вписуються в навколишній ландшафт, зокрема, часто виникає ефект «тунелю». Страждає також безпека руху, особливо в зимову пору року.

Ці проблеми можна успішно розв'язати за допомогою гнучкого шумозахисного екрана «Стелз», який має такі переваги перед існуючими конструкціями:

- на 10–15 дБ більша шумопоглинальна здатність;

- здатність шумозахисного модуля поглинати не тільки шум, але й газ і пил (завдяки рослинності, що покриває всю площу); високі естетичні якості, відсутність ефекту «тунелю»;

- відносна невелика маса (біля 50 кг/м²), що дозволяє збільшити висоту шумозахисного екрана і зменшити масу фундаменту;

- гнучкість конструкції, що дозволяє полегшити експлуатацію екрана взимку, зокрема механізувати збирання снігу;

- екологічно чисті матеріали;

- низька вартість конструкції, зокрема завдяки використанню матеріалів російського виробництва. Екран «Стелз» у 2,6 рази дешевший за металевий екран з перфорованою поверхнею і в 3,7 рази – за відбивний екран з монолітного полікарбонату.

Шумозахисні екрани, показані на рис. 3–4, використовуються, як правило, на великих автомагістралях: “Україна”, “Дон”(М-4), “Білорусь”(М-1), “Крим”(М-2). За останні роки багато шумопоглинаючих екранів установлено в Москві та Санкт-Петербурзі (рис. 5, 6).



Рис. 5. Шумозахисні екрани, встановлені на Московській автомобільній кільцевій дорозі



Рис. 6. Шумозахисні екрани на третьому транспортному кільці (Москва)

1. *Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума.* – М.: Стройиздат, 1982. – С. 31.
2. *Борьба с шумом на производстве: Справочник* / Под ред. Е. Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – С. 172–203.
3. *Справочник по технической акустике: Пер. с нем.* / Под ред. М. Хекла, Х. Мюллера. – Л.: Судостроение, 1980. – С. 440.
4. *Седов Л. И. Методы размерности и подобия в механике.* – М.: Гостехгеоиздат, 1957. – С. 375.
5. *Самойлюк Е. П., Денисенко В. И., Пилипенко А. П. Борьба с шумом в населенных пунктах.* – К.: Будівельник, 1981. – С. 144.