

УДК 613.644

М.В. Хворост, С.А. Грязнова, В.В. Малишева

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків

## ЗАХИСТ СЕЛЬБИЩНОЇ ЗОНИ ВІД ШУМУ ТРАНСПОРТНОЇ МАГІСТРАЛІ АКУСТИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Застосування акустичних екранів є одним з найбільш перспективних напрямків захисту сельбищної зони від негативного впливу транспортного шуму, що має значні переваги у порівнянні з іншими шумозахисними заходами. Запропонована модель Y-образного профілю акустичного екрану із звукопоглинальною поверхнею окрім переваг, обумовлених конструкційним виконанням, відповідає вимогам по зменшенню розповсюдження вторинних акустичних хвиль. Проведений теоретичний розрахунок ефективності акустичного екрану залежно від його геометричних параметрів підтверджує доцільність використання складної конструкції Y-образної форми.

**Ключові слова:** транспорт, шум, транспортний потік, акустичний екран, сельбищна зона, звукопоглинання.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Харків – велике промислове місто із розвинутою транспортною інфраструктурою. Транспорт, який рухається магістралями, несе мешканцям міста не тільки користь, оскільки задовольняє їх потреби в переміщеннях для реалізації своїх соціальних функцій, але й є джерелом шкідливостей, основними з яких є хімічне та акустичне забруднення.

Слід відмітити, що в теперішній час проблема шумового забруднення транспортними магістралями оточуючого середовища є не менш актуальною, ніж хімічного, оскільки проведені дослідження визначають нові аспекти негативного акустичного впливу на здоров'я мешканців мегаполісів.

Із збільшенням кількості транспортних засобів та швидкості їх пересування по вулицях великих промислових міст світова спільнота визначила шум як один з головних чинників, які погіршують рівень життя людей в містах.

У порівнянні з Україною, міжнародне співтовариство знаходиться на багато кроків попереду у питаннях боротьби з транспортним шумом. Шумове забруднення навколишнього середовища є актуальною проблемою для більшості країн Європейського союзу, що мають розвинену інфраструктуру.

Тому країни Європейського союзу послідовно йдуть по шляху підвищення жорсткості вимог стосовно шумовипромінювання транспортних засобів. Це говорить про те, що проблема зниження транспортного шуму здобуває в економічно розвинених країнах все більшу актуальність.

В країнах Євросоюзу на основі приблизних даних, зібраних муніципалітетами різних міст, встановлено, що значна кількість мешканців (близько 51 %) піддаються впливу акустичних коливань, що перевищують  $L_{den} > 55$  дБ. Причому, на 13,1 % населення

розглянутих міст країн Євросоюзу (Берлін, Прага, Будапешт, Варшава, Краків та ін.) впливає шум з рівнями  $L_{den} = 55 \div 59$  дБ; 29,84 % жителів підлягають впливу акустичних коливань  $L_{den} = 60 \div 69$  дБ; близько 8,1 % населення розглянутих міст страждають від шуму, рівні якого перевищують 70 дБ [1]. Наведені дані підтверджують, що боротьба з транспортним шумом є проблемою всього світового співтовариства.

Відповідно до ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація методи колективного захисту так класифікуються за способами реалізації: акустичні; архітектурно-планувальні; організаційно-технічні.

Одним з найбільш перспективних напрямків захисту сельбищної зони та робочих місць, що знаходяться у приміщеннях будівель, які розташовані поблизу транспортних магістралей, є застосування акустичних екранів. До переваг застосування акустичних екранів у порівнянні, наприклад, з зеленими насадженнями, слід віднести сталу ефективність, незалежно від періоду року, щільності листя. Крім того ефективність дії акустичних екранів настає з моменту їх встановлення, в той час як для досягання певної шумозахисної ефективності зеленими насадженнями потрібний тривалий час, доки дерева та кущі здобудуть певну висоту та інші характеристики.

Якщо порівнювати акустичні екрани із земляними валами чи виїмками, то очевидно, що ці шумозахисні заходи доцільно застосовувати в місцях, де це дозволяє робити природний рельєф місцевості.

Слід зазначити, що вищезазначені шумозахисні заходи, а саме: земляні вали чи виїмки практично не мають застосування в умовах міста. Теж саме можна сказати про захист від транспортного шуму відстанню. Створення буферних зон в умовах зростання щільності міської забудови буде економічно невиправданим.

За кордоном достатнє поширення набуло тунельне вирішення питання боротьби з транспортним

шумом. Безумовними перевагами цього рішення є висока шумозахисна ефективність, а також вирішення питання розвантаження транспортних артерій міста. Однак при розгляданні такого варіанту зниження транспортного шуму необхідно враховувати високі капіталовкладення на будівництво та подальшу експлуатацію підземних магістралей.

Таким чином, в умовах великих промислових міст із забудовою, що складалася роками, та значними рівнями шуму транспортних потоків найбільш раціональним є застосування акустичних екранів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розробкою питання захисту зони житлової забудови від шкідливої дії акустичних коливань транспортної магістралі займалися наступні видатні вчені: Є.П. Самойлюк, С.Я. Юдін, Г.Л. Осіпов, М.І. Іванов, В.В. Сафонов та інші. Їх дослідження дозволили встановити ефективність застосування акустичних екранів для захисту сельбищної зони від транспортного шуму.

При поширенні акустичних коливань від транспортного потоку в оточуюче середовище кінцевий рівень звуку на об'єкті, що захищається, залежить від низки фізичних (хвильових) явищ, зокрема інтерференції акустичних коливань, їх поглинання, дифракційних явищ та ін. Ці аспекти необхідно враховувати при визначенні ефективності акустичних екранів.

В той же час, ефективність шумозахисних екранів залежить від низки факторів не хвильового характеру, основними з яких є:

- 1) геометричні параметри, форма та матеріал, з якого виготовлено екран;
- 2) наявність звукопоглинаючої обробки на робочій поверхні акустичного екрана;
- 3) наявність екрануючих пристроїв, з протилежного боку транспортної магістралі;
- 4) площа отворів та нещільностей в конструкції;
- 5) розташування та розміри об'єкту, що захищається та ін.

### Виклад основного матеріалу

Геометричні параметри та форма в найбільшій мірі впливають на ступінь ослаблення шуму, оскільки обумовлюють розміри зони акустичної тіні, яка утворюється за екраном. Наявність дифракційних явищ обумовлює зниження ефективності екрануючої конструкції та зменшення зони акустичної тіні, тому зараз при проектуванні шумозахисних екранів їх виконують складної геометричної форми із козирками та загнутими краями. Це дозволяє з одного боку перешкоджати потраплянню акустичних хвиль за екран, з іншого боку – дає змогу підвищувати ефективність відносно невеликих по довжині конструкцій [3].

Наявність звукопоглинаючого матеріалу на робочій поверхні акустичного екрана дозволяє зменшити відбиття звукових хвиль від нього, тим самим попереджаючи збільшення рівнів шуму з протилеж-

ного боку у випадку однобічного розміщення шумозахисної споруди.

У випадку розміщення акустичних екранів по обидва боки від транспортної магістралі можливим є посилення рівнів шуму завдяки багаторазовому відбиттю звукових хвиль від поверхні екрану, тому цей факт треба враховувати при проектуванні двобічного шумозахисту оточуючого середовища від транспортного шуму.

Наявність нещільностей в конструкції акустичних екранів значно зменшує їх ефективність, оскільки дозволяє звуковим хвилям проникати у зону, що захищається. При цьому вважається, що отвір розміром до 20 см знижує ефективність екрану на 1 дБА [3].

У випадку, якщо довжина чи висота екрану за умовами розташування недостатні для створення ефективного захисту прилеглої території та об'єктів, які на ній розташовані, доцільним є улаштування екрану Т- Г- V- чи Y-образного профілю, конструкція яких дозволяє досягти зниження шуму, аналогічне плоскому екрану, за менших розмірів.

В загальному вигляді акустичний екран має вигляд вертикальної стінки певної висоти, виконаний з різних матеріалів: залізобетонних панелей, дерева, цегли, металу, пластика та інших матеріалів. Кожен з цих матеріалів має свої переваги та недоліки використання, однак, в будь-якому випадку, на шумозахисну ефективність акустичних екранів впливає їх геометричний розмір та форма. У зв'язку з тим, що реальний акустичний бар'єр не може мати дуже велику висоту з міркувань естетики та економічної доцільності, їх виготовляють складної геометричної форми, яка дозволяє компенсувати зменшення геометричних розмірів.

Дифракційні явища, що виникають на гранях екрану, суттєво впливають на його ефективність, особливо в області низьких частот. Тому, в конструкції екрану необхідно передбачати додаткові заходи, які сприятимуть зменшенню розповсюдження вторинних (дифракційних) акустичних хвиль, які обгинають екран та потрапляють в область, що захищається. Цій вимозі в повній мірі відповідає акустичний екран Y-образного профілю із звукопоглинальною поверхнею. Вибір такої форми акустичного екрану обумовлений:

- 1) можливістю зменшення дифракції на його кромці;
- 2) запобіганню утворення фронту відбитої звукової хвилі, що дає змогу не встановлювати акустичний екран з протилежного боку транспортної магістралі;
- 3) можливістю підбору модулів екрану під заданий спектр транспортного шуму;
- 4) простотою монтажу та експлуатації.

Загальний вигляд акустичного екрану, що пропонується, наведено на рис. 1.

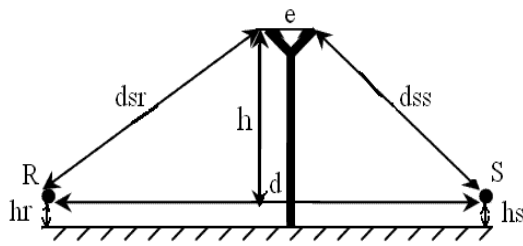


Рис. 1. Схематичне зображення акустичного екрану: S – джерело шуму; R – об’єкт, що захищається; h – висота екрану; d – відстань від джерела шуму до об’єкту, що захищається; dss – відстань від джерела до першої дифракційної кромки екрану; dsr – відстань від джерела до другої акустичної кромки екрану; e – відстань між акустичними кромками екрану; hs – висота умовного акустичного центру джерела шуму; hr – висота приймача шуму

Для підтвердження доцільності складної конструкції верхньої кромки акустичного екрану проведений розрахунок за методикою, що описана у ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996). Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета.

Згідно цієї методики загасання звуку на акустичному екрані  $A_{bar}$ , дБ визначається виразом

$$A_{bar} = D_z - A_{gr} > 0, \quad (1)$$

де  $D_z$  – загасання на екрані для кожної октавної смуги частот з урахуванням явища дифракції, дБ.

$A_{gr}$  – загасання внаслідок впливу землі, дБ.

Результати розрахунку за даною методикою наведені в табл. 1.

Для інших середньогометричних частот ефективність приймається близько 25 дБ.

### Висновки

Таким чином, збільшення висоти акустичного екрану та відстані між дифракційними кромками

### ЗАЩИТА СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ ОТ ШУМА ТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ АКУСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Н.В. Хворост, С.А. Грязнова, В.В. Малышева

*Применение акустических экранов является одним из наиболее перспективных направлений защиты селитебной зоны от негативного воздействия транспортного шума, что имеет значительные преимущества по сравнению с другими шумозащитными мероприятиями. Предложенная модель Y-образного профиля акустического экрана со звукопоглощающей поверхностью помимо преимуществ, обусловленных конструктивным исполнением, отвечает требованиям по уменьшению распространения вторичных акустических волн. Проведенный теоретический расчет эффективности акустического экрана в зависимости от его геометрических параметров подтверждает целесообразность использования сложной конструкции Y-образной формы.*

**Ключевые слова:** транспорт, шум, транспортный поток, акустический экран, селитебная зона, звукопоглощение.

### PROTECTION OF THE DWELLING ZONES FROM THE HIGHWAYS NOISE BY ACOUSTIC METHODS

M.V. Khvorost, S.A. Gryaznova, V.V. Malysheva

*The use of acoustic screens is one of the most promising areas of protection of the dwelling zones from the negative impacts of transport noise that has significant advantages compared to other noise measures. The proposed Y-shaped model of the acoustic screen with sound-absorbing surface in addition to the advantages which specified by the design implementation, meets the requirements of the reducing of the spread of secondary acoustic waves. A theoretical calculation of the efficiency of the acoustic screen depending of its geometrical parameters confirms the feasibility of using of Y-shaped composite construction.*

**Keywords:** transport, noise, traffic flow, acoustic screen, dwelling zone, absorption.

Таблица 1

Результаты теоретического расчета эффективности акустического экрана залежно від його геометричних параметрів (e = 0,5 м)

| Частота, Гц | Розрахункова ефективність екрану, дБ, при висоті h, м |        |        |        |
|-------------|---|--------|--------|--------|
|             | h = 2   | h = 3  | h = 4  | h = 5  |
| 31,5        | 7,422   | 8,504  | 9,48   | 10,334 |
| 63          | 9,056   | 10,481 | 11,686 | 12,696 |
| 125         | 11,146  | 12,839 | 14,202 | 15,312 |
| 250         | 13,634  | 15,507 | 16,968 | 18,137 |
| 500         | 16,395  | 18,373 | 19,89  | 21,09  |
| 1000        | 19,42   | 21,456 | 23,002 | 24,22  |

призводить до зростання величини загасання акустичних хвиль на всьому діапазоні середньогометричних октавних частот. Причому встановлено, що загасання акустичних коливань на екрані висотою 5 м при відстані між дифракційними кромками 0,5 м майже співпадає із екраном висотою 4 м при відстані між дифракційними кромками 1 м, а також із екраном висотою 3 м при відстані між дифракційними кромками 1,5 м.

### Список літератури

1. Gergely Balazs. *Noise mapping – Good Practice Guide: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.xs4all.nl/~rigolett/ENGELS/eu/index.htm>.*

2. *Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах США / под ред. Г.И. Евгеньева // Автомобильные дороги и мосты: Обзорная информация – М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационный центр по автомобильным дорогам», 2005. – Вып. 5. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/56/56231/index.htm#i45589>.*

Надійшла до редколегії 7.10.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.А. Калкманов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.