

УДК 629.113/.115; 534.836.2; 534.286; 534.322.3.699.84 DOI:10.33744/0365-8171-2025-117.1-171-177
UDC 629.113/.115; 534.836.2; 534.286; 534.322.3.699.84

ЗВУКОПОГЛИНАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ЯК ЗАХИСТ ВІД ТРАНСПОРТНОГО ШУМУ

SOUND ABSORBING COMPLEX AS PROTECTION AGAINST TRANSPORT NOISE



Федоров Володимир Вікторович, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автомобілів, Національний транспортний
університету, Київ, Україна,
e-mail: fedorov.volodymyr@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0002-1085-5112>



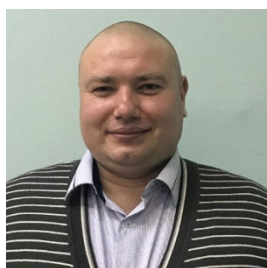
Корпач Олексій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автомобілів, Національний транспортний
університету, Київ, Україна,
e-mail: korpach1988@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0002-2496-4395>



Яценко Дмитро Миколайович, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автомобілів, Національний транспортний
університету, Київ, Україна,
e-mail: y_d@ukr.net,

<https://orcid.org/0000-0003-3674-0089>



Босенко Володимир Миколайович, кандидат технічних наук,
доцент кафедри автомобілів, Національний транспортний
університету, Київ, Україна,
e-mail: bosia4ok@ukr.net,

<https://orcid.org/0000-0002-9654-949X>

Анотація. Проблема шумового забруднення довкілля є вкрай актуальною. Шум за походженням (джерела шуму) буває побутовим, промисловим та транспортним. Джерелами побутового шуму можуть бути акустичні колонки, пилососи, перфоратори тощо. Джерелами промислового шуму можуть бути верстати різних типів, що працюють на заводах, залізничні потяги,

що курсують між цехами підприємства, тощо. Транспортний шум створюють наземний, залізничний, повітряний, водний види транспорту. Одним з найбільш поширених видів транспортного шуму є автомобільний. З шумом автомобілів борються різними шляхами, головним з яких є вимогою до виробників автомобілів створювати останніх у відповідності до норм по шуму. Шум, який створюють автомобілі при русі на дорогах, автомагістралях називають транспортним. У такому випадку автомобілі розглядаються не як одиночні об'єкти, а як сукупність, що складається з різних видів автомобілів, які в свою чергу рухаються з різними швидкостями. Як показала світова практика ефективним методом захисту мешканців при магістральних територіях є застосування шумозахисних споруд (ШЗС). ШЗС бувають різних типів за будовою та конструктивними особливостями. До них висувають ряд вимог, вони повинні: займати, по можливості, меншу ширину смуги відведення; не сприяти снігозаносну земляного полотна автомобільних доріг; бути транспортабельними, простими при їх зведенні, монтажі та експлуатації, допускати швидку заміну пошкоджених секцій і стійок; відповідати естетичним вимогам, вдало вписуватися в ландшафт і не перешкоджати огляду навколишнього ландшафту тими, хто їде. Тонкі ШЗС прийнято називати акустичними екранами. Акустичні екрани, враховуючи дефіцит простору біля автомобільних трас, набули широкої популярності. Ці екрани повинні відповідати ряду вимог: бути акустично ефективними, стійкими до впливу на них атмосферних опадів, сонячної радіації, а також вітрового навантаження. Виконання останньої вимоги зобов'язує робити більш об'ємний, а значить і дорожчий, фундамент. У даній роботі пропонується вирішення згаданої проблеми: зменшити парусність (протистояння вітровому навантаженню). При цьому акустична ефективність (звукопоглинальні та звукоізоляційні властивості) не зменшуються.

Ключові слова: шумове забруднення, транспортний шум, автомобілі, автомобільні траси, шумозахисні споруди, акустичні екрани, звукопоглинальні властивості, парусність.

Вступ. Акустичний шум (шумове забруднення), як правило, шкідливий для здоров'я людини. Основними видами (за джерелами походження) шуму є побутовий, промисловий та транспортний. Свою увагу ми зупинимо на транспортному, точніше автомобільному, виду шуму. У даному разі джерелом шуму є не окремо взятий автомобіль, як їх певна кількість, потік. Цей вид шуму дошкуляє перш за все мешканцям будинків, що розташовані поруч із автомобільними трасами. Одним із видів боротьби з таким видом шуму – застосування шумозахисних споруд (ШЗС). Досить часто застосовують тонкі ШЗС – акустичні екрани (рис. 1). Ефективність останніх залежить від їх геометричних розмірів (висота, протяжність), матеріалу, з якого виготовлені, а також від певних конструктивних особливостей. Також є така характеристика екранів як парусність – здатність протистояти вітровому навантаженню. У даній роботі наведено рішення, яке значно зменшить дану проблему існуючих акустичних екранів.

Метою роботи є удосконалення існуючого акустичного екрану, а саме зниження парусності останнього при збереженні його акустичних властивостей.

Виклад основного матеріалу. Нагадаємо, що у ШЗС застосовують звукоізоляційні та звукопоглинальні матеріали. Звукоізоляційні матеріали мають недолік, який полягає в тому, що, захищаючи один об'єкт від шуму, вони відбивають звукові хвилі на інший об'єкт. Звукопоглинальні ж матеріали шум поглинають, тобто знищують. Тому перевагу необхідно надавати звукопоглинальним матеріалам.

В [1] описана звукопоглинальна плита, яка складається з кількох пар «основа, наприклад металічний лист, – звукопоглинальний матеріал, наприклад скло», повернутих до центру плити основою, а назовні плити – звукопоглинальним матеріалом. Базовий варіант може бути спрощений застосуванням однієї спільної основи для звукопоглинального матеріалу з обох її сторін. Внутрішня поверхня звукопоглинальних матеріалів виконана неплоскою, наприклад хвилястою.

Для збільшення акустичних властивостей (звукопоглинання і звукоізоляції) між парами «основа – звукопоглинальний матеріал» з протилежним розміщенням у них основи і звукопоглинального матеріалу (останній ззовні) розміщений центральний елемент підвищеної

товщини і звукопоглинання. Таке розміщення високоакустичного матеріалу захищає його від негативного впливу зовнішніх факторів. В той же час як матеріал повинен бути і високоакустичним і стійким.



Рисунок 1 – Шумозахисні екрани (Житомирська обл.)

Figure 1 – Noise protection screens (Zhytomyr region)

Недоліком звукопоглинальної плити згідно [1] є великий аеродинамічний опір, який значно ускладнює використання останньої на відкритій місцевості.

Нашою метою було створення такого акустичного екрану, який мав би високу акустичну ефективність та низький аеродинамічний опір.

Поставлена мета досягається тим, що запропонований акустичний екран містить набір поверхонь, кожна з яких утворюється набором звукопоглинальних пластин певної форми, що розташовані одна відносно одної з певним кроком по вертикалі та по горизонталі. Поверхні розміщуються одна відносно іншої паралельно та таким чином, що взаємна проекція будь-якої пари поверхонь утворює суцільну поверхню. Таке розміщення поверхонь одна відносно одної дозволяє повітряним масам (вітру) на відкритій місцевості проходити через звукопоглинальний комплекс, тобто його парусність значно менша у порівнянні з суцільною конструкцією такої ж площі.

Суть нашої розробки [2] пояснюється кресленнями, де: на рис. 2 наведено запропонований звукопоглинальний комплекс (ЗПК); на рис. 3 – вид збоку звукопоглинального комплексу на рис. 2 у розрізі; на рис. 4 – виноска А на рис. 3; на рис. 5 – звукопоглинальна пластина.

ЗПК складається з набору звукопоглинальних пластин 1 (рис. 2) та опори 2, за допомогою якої ЗПК кріпиться на опорній поверхні. Причому звукопоглинальні пластини 1 (рис. 3), що розміщуються на опорі 2, за допомогою скріплювальних елементів 3 утворюють поверхні I, II, III і т.д. Таких поверхонь у ЗПК може бути дві або більше. Звукопоглинальні поверхні розміщуються одна відносно іншої паралельно та таким чином, що взаємна проекція будь-якої пари поверхонь утворює суцільну поверхню.

Повітряні потоки (вітер) 4 падають на поверхню ЗПК (рис. 4), проходять через нього та виходять на протилежний бік у вигляді ледь ослаблених повітряних потоків 5. Одночасно з тієї ж сторони або протилежної сторони рухаються звукові хвилі 6 (наприклад, шум від транспортних потоків). Звукові хвилі 6 проходять через отвори, що утворені за допомогою скріплювальних елементів

З, падають на звукопоглинальні пластини 1, частково поглинаються останніми, відбиваються від них мінімум один раз, та виходять із ЗПК значно ослабленими звуковими хвилями 7.

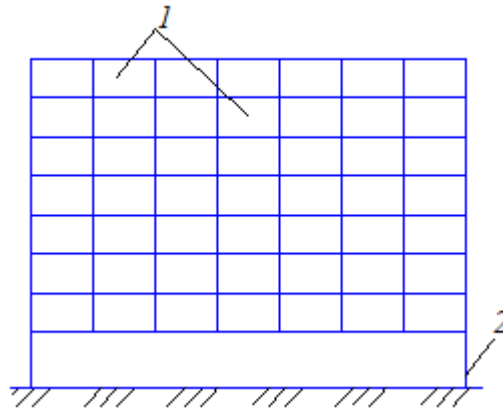


Рисунок 2 – Звукопоглинальний комплекс:

1 – звукопоглинальні пластини; 2 – опори

Figure 2 – Sound absorbing complex:

1 – sound-absorbing plates; 2 - supports

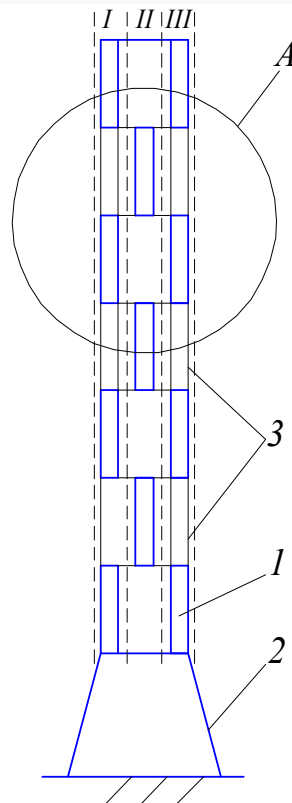


Рисунок 3 – Звукопоглинальний комплекс (вид збоку рис. 2)

Figure 3 – Sound absorbing complex side (view fig. 2)

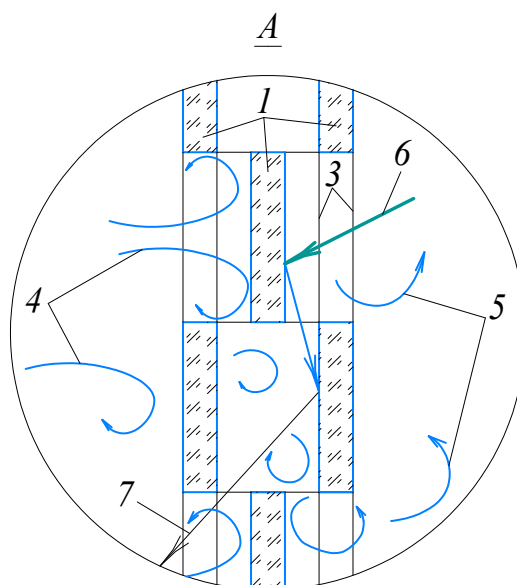


Рисунок 4 – Звукопоглинальний комплекс (виноска А на рис. 3):

1 – звукопоглинальні пластини; 3 – скріплювальні елементи; 4 – повітряні потоки; 5 – ослаблені повітряні потоки; 6 – звукові хвилі; 7 – ослаблені звукові хвилі

Figure 4 – Sound absorbing complex side (footnote A in fig. 3):

1 – sound-absorbing plates; 3 – fastening elements; 4 – air currents; 5 – weakened air flows; 6 – sound waves; 7 – attenuated sound waves

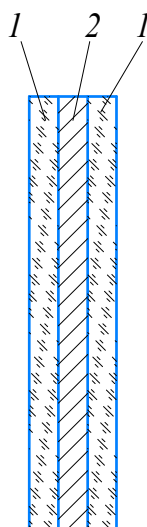


Рисунок 5 – Звукопоглинальна пластина:

1 – звукопоглинальний матеріал; 2 – жорстка основа

Figure 5 – Sound absorbing plate:

1 – sound-absorbing material; 2 – rigid base

Кількість звукопоглинальних поверхонь визначається теоретично-практичним способом за критерієм оптимальності: акустична ефективність/аеродинамічний опір.

Звукопоглинальні пластини можуть бути виконані у вигляді конструкції, що має всередині жорстку основу 2 (рис. 5), а ззовні покрита звукопоглинальним матеріалом 1. Як звукопоглинальний матеріал може бути скло.

Таким чином, запропонований звукопоглинальний комплекс володіє істотною новизною і корисністю: має високу акустичну ефективність та малий аеродинамічний опір.

Висновки. Розроблено звукопоглинальний комплекс (акустичний екран), відмінною особливістю є низький аеродинамічний опір, що досягається його специфічними конструктивними особливостями. Звукопоглинальний комплекс складається з набору поверхонь, які розміщені одна відносно одної таким чином, що дозволяють повітряним потокам (вітру) проходити через звукопоглинальний комплекс, при цьому шумозахисні властивості останнього є досить високими. Використання даного акустичного екрану дозволить значно знизити шум транспортних потоків вздовж автомагістралей і тим самим поліпшити життя мешканців сельбищних територій.

Перелік посилань

1. Патент на корисну модель №102013 UA, МПК (2013.01), G10K 11/00, E04B 1/84 (2006.01) E04H 17/00. Звукопоглинаюча плита / В.В. Федоров; Національний транспортний університет. – Заявл. 02.09.2011; Опубл. 27.05.2013; Бюл. № 10.

2. Патент на корисну модель №156245 UA, МПК (2024.01), G10K 11/00, E04B 1/84, E04B 1/82. Звукопоглинальний комплекс / В.В. Федоров, О.А. Корпач, Д.М. Ященко, В.М. Босенко; Національний транспортний університет. – Заявл. 05.09.2023; Опубл. 29.05.2024; Бюл. № 22.

SOUND ABSORBING COMPLEX AS PROTECTION AGAINST TRANSPORT NOISE

Fedorov Volodymyr V., PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor, Associate Professor of the Automobile Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: fedorov.volodymyr@gmail.com, tel.+380442804252, <https://orcid.org/0000-0002-1085-5112>.

Korpach Oleksii A., PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor, Associate Professor of the Automobile Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: korpach1988@gmail.com, tel.+380442804252, <https://orcid.org/0000-0002-2496-4395>.

Yashchenko Dmytro M., PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor, Associate Professor of the Automobile Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: y_d@ukr.net, tel.+380442804252, <https://orcid.org/0000-0003-3674-0089>.

Bosenko Volodymyr M., PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor of the Automobile Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: bosia4ok@ukr.net, tel.+380442804252, <https://orcid.org/0000-0002-9654-949X>.

Abstract. The problem of noise pollution of the environment is extremely urgent. Noise by origin (noise sources) can be domestic, industrial and transport. Sources of household noise can be speakers, vacuum cleaners, perforators, etc. The sources of industrial noise can be machines of various types operating in factories, railway trains running between the workshops of the enterprise, etc. Transport noise is created by ground, rail, air, and water modes of transport. One of the most common types of traffic noise is car noise. Car noise is combated in various ways, the main of which is the requirement for car manufacturers to create the latter in accordance with noise standards. Noise created by cars when moving on roads and highways is called traffic noise. In this case, cars are not considered as single objects, but as a collection consisting of different

types of cars, which in turn move at different speeds. As world practice has shown, the use of noise protection structures (NPS) is an effective method of protecting residents in highway areas. There are different types of NPS in terms of structure and design features. A number of requirements are put forward to them, they must: occupy, if possible, a smaller right-of-way width; not to contribute to snow drifting of road surfaces; be transportable, simple in their construction, installation and operation, allow quick replacement of damaged sections and racks; to meet aesthetic requirements, fit well into the landscape and not obstruct the view of the surrounding landscape by those who drive. Thin NPS are usually called acoustic screens. Acoustic screens, given the lack of space near highways, have gained wide popularity. These screens must meet a number of requirements: be acoustically effective, resistant to the effects of precipitation, solar radiation, and wind load. Fulfillment of the last requirement obliges to make a more voluminous, and therefore more expensive, foundation. In this paper, a solution to the mentioned problem is proposed: to reduce wind resistance (resistance to wind load). At the same time, the acoustic efficiency (sound-absorbing and sound-insulating properties) does not decrease.

Key words: noise pollution, traffic noise, cars, highways, noise protection structures, acoustic screens, sound-absorbing properties, sailing.

References

1. Fedorov, V.V. (2013). Zvukopohlynayucha plyta [Sound-absorbing plate]. Patent No. 102013, bulletin "Industrial Property" No. 10.
2. Fedorov, V.V., Korpach, O.A, Yashchenko, D.M., Bosenko, V.M. (2024). Zvukopohlynayucha plyta [Sound-absorbing plate]. Patent No. 156245, bulletin "Industrial Property" No. 22.

Дата надходження до редакції 05.02.2025.