

УДК 625.7

О.П. Шимчук*

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0564-2673>

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, м. Луцьк, Україна, 43018

О.В. Процюк

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2644-9490>

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, м. Луцьк, Україна, 43018

Л.О. Талах

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4643-5582>

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, м. Луцьк, Україна, 43018

С.Я. Дробишинець

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9060-7716>

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, м. Луцьк, Україна, 43018

*автор-кореспондент, e-mail: shimchukop@gmail.com

Аналіз шумозахисних споруд, як інженерного облаштування вулиць і доріг та шляхи зменшення шкідливого впливу шуму від транспортних засобів

Цитувати як:

Шимчук О.П., Процюк В.О., Талах Л.О., Дробишинець С.Я. (2025). Аналіз шумозахисних споруд, як інженерного облаштування вулиць і доріг та шляхи зменшення шкідливого впливу шуму від транспортних засобів. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 23, 403-412. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-35](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-35)

© 2025, Шимчук О.П., Процюк В.О., Талах Л.О., Дробишинець С.Я.

Анотація. Проблема зниження шумового навантаження від автомобільного транспорту залишається однією з актуальних як у великих містах, так і в сільських районах, прилеглих до автомагістралей. Традиційні методи шумозахисту – використання бетонних, металевих та композитних екранів – демонструють високу ефективність, проте мають низку суттєвих обмежень: високу вартість виробництва і монтажу, значну вагу конструкцій, обмежену адаптивність до ландшафту, а також відсутність екологічної гнучкості.

У статті розглянуто сучасні підходи до захисту від шуму на автомобільних дорогах та міських вулицях та проаналізовано ефективність існуючих шумозахисних споруд та основні заходи, які можна використати для такого захисту. На основі системного підходу проведено характеристику основних типів шумозахисних екранів, їх конструктивних особливостей, матеріалів, з яких вони виготовляються та можливого впливу на навколишнє природне середовище.

В даній роботі важлива увага приділяється проблемі повторного

використання вторсировини, в якості якої можуть виступати відходи старої гуми (зокрема відпрацьовані автомобільні шини), пінополістиролу та будь-яких інших піноматеріалів.

У статті пропонується використання нового шумозахисного екрану, каркас якого буде виготовлено з дерева, а середина буде заповнена різного роду відходами (гума, пінополістирол, шматки відходів піни), які заливатимуться монтажною піною, яка виконуватиме роль в'язучого. Такий екран буде мати високі шумопоглинаючі властивості.

Даний підхід дозволяє вирішити дві проблеми: зменшити шумове навантаження на прилеглі території до автомобільних доріг та міських вулиць, дозволить утилізувати екологічно проблемні відходи.

Конструкція дерев'яного шумозахисного екрана розглядається як приклад сталого інженерного рішення, яке поєднує екологічність, ефективність та економічну доцільність. Результати даного дослідження можна використати при виконанні проектів будівництва, капітального ремонту та реконструкції дорожньої інфраструктури.

Ключові слова: шумозахист, автомобільні дороги, шумопоглинаючі екрани, вторинна сировина, монтажна піна, екологічна інженерія.

Вступ

Аналіз літературних джерел та постановка проблеми. В зв'язку із постійним зростанням в останні роки кількості автомобільних транспортних засобів гостро постає питання зменшення шуму на автомобільних дорогах та міських вулицях.

Одним із важливих завдань нашого часу являється забезпечення захисту населення від шкідливого впливу шуму, створеного автомобільним транспортом. Значна частина людей стабільно піддається впливу підвищеного шуму. Перевищення нормативних значень шуму мають бути не більше 25 дБА на територіях житлових будинків [1]. Найчастіше вплив шуму на заселені території спостерігається від автомобільного транспорту, який, відповідно до вітчизняних і міжнародних даних, на сьогоднішній день являється однією з найбільш шкідливих фізичних складових [2–3].

Основними причинами виникнення шуму від автомобільного транспорту на автомобільних дорогах є робота двигунів автомобілів, рух транспорту (виникає при взаємодії автомобільної шини з дорожнім покриттям), особливо на великих швидкостях.

Такий шум може сприяти поступовому зниженню слуху, призводити до постійних стресів, розвитку захворювань нервової системи, викликати стан стомлення та занепокоєння, проблеми зі сном, погіршення концентрації та інші проблеми з фізичним та психологічним здоров'ям.

«Роботи дослідників показали, що шум негативно впливає практично на всі системи організму людини, викликаючи в ньому як короточасні, так і тривалі й стійкі функціональні зміни, що призводять до виникнення захворювань серцево-судинної, нервової й іншої систем, а

також ослабленню імунної системи організму. Надмірний шум може стати причиною нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативного неврозу, виразкової хвороби, розладу ендокринної й серцево-судинної систем. Шум заважає людям працювати й відпочивати, знижує продуктивність праці й збільшує травматизм на виробництві й у побуті. Негативний вплив шуму обумовлений його фізичними параметрами (рівень звукового тиску, частота, інтенсивність, тривалість впливу, постійний або непостійний шум тощо), специфікою людського організму (вік, стать, стан здоров'я тощо) та впливом супутніх факторів, які можуть підсилити шкідливий вплив шуму. Транспортний шум впливає на мешканців сельбищної зони, яка розташована поблизу автомобільних доріг, упродовж 15-18 годин на добу. Для сельбищної зони основну проблему становить саме низькочастотний шум, який має досить високу проникну здатність та генерується переважно вантажними автомобілями» [4].

Проблема шуму на автомобільних дорогах, є актуальною та поширеною. Постійне збільшення кількості автомобільного транспорту, розширення мережі автомобільних доріг та підвищення швидкостей руху сприяють підвищенню шумового навантаження на території, які прилягають до автомобільних доріг [5].

Дана проблема набуває все більшої актуальності в усьому світі, вирішення якої потребує комплексного підходу в дорожній галузі, починаючи від проєктування, будівництва, облаштування дорожньої інфраструктури.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було дослідження та аналіз шумозахисних заходів на територіях, прилеглих до автомобільних доріг та міських вулиць, розробка дерев'яного шумозахисного екрану, який має високі шумопоглинаючі властивості.

Матеріали та методи

В статті проаналізовано сучасні шумозахисні заходи, які використовуються на автомобільних дорогах, запропоновано використання нового шумопоглинаючого екрану з використанням відходів деяких матеріалів.

До об'єктів дослідження відносимо шумозахисні споруди та заходи, існуючі та запропоновані для використання на автомобільних дорогах з метою зниження впливу транспортного шуму на людей та довкілля.

Методологічно використано еколого-інженерний підхід, завдяки якому можливо розглядати комплексно ефективність шумозахисту та повторного використання відходів (старої гуми, пінополістиролу піноматеріалів (меблевих, пакувальних) і т.д.). Такий підхід дозволяє вирішити одночасно два завдання: зменшення рівня шуму на автомобільних дорогах та утилізація відпрацьованих матеріалів.

Дана конструкція може бути адаптована під будь-які кліматичні та ландшафтні умови, а також може виготовлятися з дерева невисокої якості.

Результати та обговорення

Аналіз використання сучасних шумозахисних заходів на автомобільних дорогах вказує на широке застосування планувальних, інженерно-технічних та інших заходів, а саме:

- використання багаторівневої організації дорожнього руху та підземного простору;
- зонування територій із розміщенням житлової забудови на віддаленні від магістралей;
- створення зелених шумозахисних зон (ефективність до 10–12 дБ при посадці в кілька рядів);
- застосування будівель різного призначення як акустичних бар'єрів;
- впровадження шумозахисних екранів із різних матеріалів (бетон, скло, метал, пластик);
- використання земляних насипів, кавальєрів і інших ландшафтних рішень.

Серед вищезазначених найдоступнішим, і водночас, найефективнішим для застосування на території України вважається метод установа шумозахисних екранів вздовж автомобільних доріг, особливо в місцях, що прилягають до житлової та рекреаційної забудови.

В зв'язку з вищевказаним пропонується для зниження рівня шуму, встановлювати дерев'яні шумозахисні споруди, оскільки вони будуть менш дороговартісними, в порівнянні з аналогами.

Такі шумозахисні екрани (рис. 1) можна виготовляти із деревини нижчих сортів.

Крім того пропонується використати каркасну конструкцію з деревини як екологічного, поновлюваного матеріалу, а внутрішнє заповнення здійснити відпрацьованими матеріалами з шматочків гуми, фрагментів пінополістиролу, залишків піноматеріалів, які зафіксувати монтажною піною, що забезпечить зв'язування компонентів, утворюючи пористу структуру з високими звукопоглинаючими властивостями. При цьому суттєво зменшиться собівартість шумозахисного екрана.

Тому приводимо розрахунок шумозниження екрану залежно від різних шляхів проходження звуку.

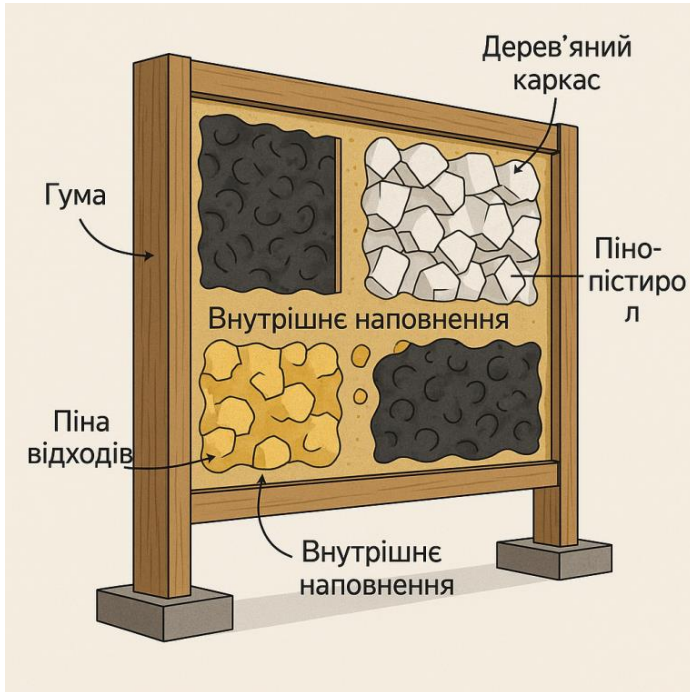


Рис. 1. Дерев'яний шумопоглинаючий екран

Акустична ефективність екрану буде залежати від різниці довжини шляхів звукового променя δ , яку визначатимемо відповідно до схеми, яка представлена на рис. 2, за формулою:

$$\delta = a + b + c \quad (1)$$

де δ – різниця довжин шляхів променя звуку, м;

a – найменша відстань між центром акустики джерела шуму та верхнім краєм екрану, м;

b – найменша відстань від верхнього краю екрану до розрахункової точки, м;

c – найменша відстань від центру акустики джерела шуму до розрахункової точки, м.

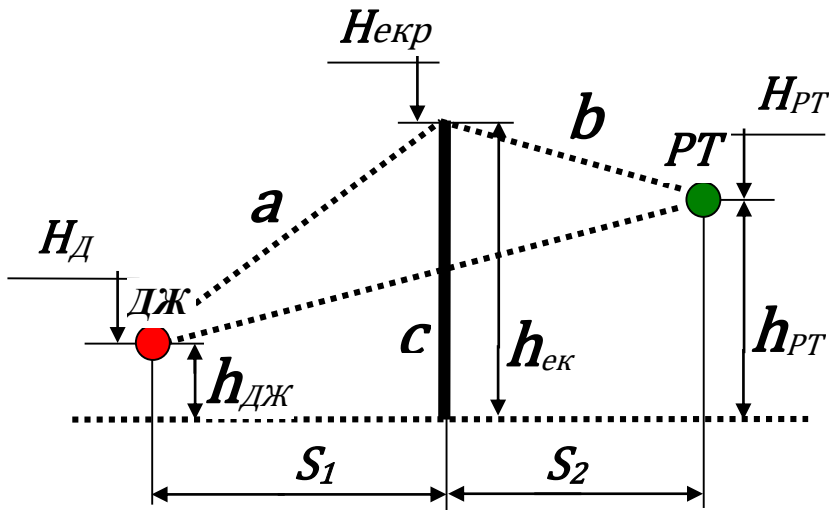


Рис. 2. Схема для визначення різниці шляху δ для шумозахисного екрана

Віддаль a , b і c визначаємо за формулами:

$$a = \sqrt{S_1^2 + (h_{ekr} - h_{DJ})^2} \quad (2)$$

$$b = \sqrt{S_2^2 + (h_{ekr} - h_{PT})^2} \quad (3)$$

$$c = \sqrt{(S_1 + S_2 + (h_{PT} - h_{DJ}))^2}, \quad (4)$$

тут h_{DJ} - висота джерела шуму вище рівня проїзної частини, м;

h_{ekr} - висота екрану, м;

h_{PT} - висота точки розрахунку над рівнем землі, м;

S_1 - віддаль до екрану джерела шуму, м;

S_2 - віддаль до точки розрахунку від екрану, м.

Під час розрахунків положення центру акустичного джерела шуму встановлюється на висоті 1,00 м в порівнянні із рівнем проїзної частини. Для доріг із двома смугами руху він розташовується на осі проїжджої частини, а для багатосмугових доріг — на осі тієї смуги, яка найбільше віддалена від розрахункової точки.

Ефективність шумозахисного екрана визначається залежно від різниці шляхів поширення звуку δ згідно з наступною формулою:

$$\Delta L_{ekr} = 18,2 + 7,8 \lg(\delta + 0,2) \quad (5)$$

тут ΔL_{ekr} - пониження шуму екрана, дБА;

δ – різниця відстані від джерела появи шуму до точки розрахунку та найменшою по довжині прямою лінією між ними, м.

Попередній техніко-технологічний аналіз засвідчив, що запропонована конструкція потенційно здатна досягати зниження рівня шуму на 10–15 дБ, що є порівняним із традиційними бетонними або композитними екранами. Водночас значною перевагою є екологічна доцільність, рішення – повторне використання відходів, які інакше створювали б загрозу для довкілля (нерозкладна гума, пінополістирол, монтажні залишки піноматеріалів тощо).

Запропонована конструкція також є відносно легкою, що спрощує транспортування та монтаж, а також дозволяє встановлювати екрани на ділянках з обмеженим фундаментом простором.

Таким чином, інноваційний шумозахисний екран:

- забезпечує зниження шумового впливу,
- сприяє утилізації техногенних відходів,
- являється економічно вигідним у порівнянні з традиційними рішеннями.

Результати цього дослідження можуть бути враховані при подальших експериментальних випробуваннях конструкції, зокрема з оцінкою акустичних характеристик, довговічності матеріалів та поведінки в різних кліматичних умовах.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на:

- експериментальну перевірку звукопоглинальних властивостей конструкції;
- оцінку її довговічності та стійкості до кліматичних впливів;
- розробку типових конструктивних рішень для різних умов експлуатації;
- аналіз техніко-економічної ефективності впровадження.

Висновки

У статті проведено системний аналіз сучасних шумозахисних заходів, що застосовуються на автомобільних дорогах, а також запропоновано інноваційну конструкцію шумопоглинаючого екрана, який поєднує в собі функціональність, екологічність та доступність.

Запропонована конструкція шумозахисного екрана, що складається з дерев'яного каркасу та заповнення з утилізованих відходів (гума, пінополістирол, піноматеріали), є перспективною як з точки зору акустичних характеристик, так і з позиції екологічної та економічної ефективності.

Така конструкція дозволяє поєднати завдання захисту від шуму з утилізацією твердих побутових відходів, що частково вирішує і екологічну проблему.

Конфлікти інтересів

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

Використання штучного інтелекту

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

References

1. GBN V.2.3-37641918-556:2015. Motorways. Noise-proof structures. Design requirements. – Kyiv: Ministry of Infrastructure of Ukraine, 2015. – 29 p.
2. Gilov V. V. Ensuring the environmental safety of the industrial region. Bulletin of the Pridneprovskaya State Academy of Science and Architecture. Dnipropetrovsk, 2015. No. 4 (205). P. 62–67.
3. Gilov V. V. Assessment of the quality and safety of life of the population living in an area with multi-storey buildings by the noise pollution factor. International Scientific Journal. Kyiv, 2015. No. 1. P. 14–17.
4. Shestopalova L. M. Fundamentals of life safety. -K.: Yurinkom Inter, 2001. – 96 p.
5. Vitaliy Kovalchuk. Noise protection measures on highways. Roads and bridges. Kyiv, 2023. Issue 28. P. 265–274.
6. Lecture notes on the discipline “Engineering arrangement of streets and roads” for applicants of the first (bachelor’s) level of higher education of the educational and professional program “Construction and civil engineering” of the field of knowledge 19 Architecture and construction of the specialty 192 Construction and civil engineering of full-time and part-time forms of study /compilation. O.P. Shymchuk, V.O. Protsyuk – Lutsk: Lutsk NTU, 2021. – 144 p.
7. DBN V.1.1-31:2013. Noise protection. Basic provisions of design. – Kyiv: Minregion of Ukraine, 2013. – 22 p.
8. DBN V.2.3-4:2015. Motorways. Part II. Design. – Kyiv: Minregion of Ukraine, 2015. – 54 p.
9. Acoustics and sound insulation in urban planning / Ed. V.I. Shepitka. – Kyiv: KNUBA, 2018. – 176 p.
10. Bondarenko, S.V., Luk’yanenko, M.M. Use of household waste in building structures: environmental feasibility and prospects // Environmental safety and balanced resource use. – 2021. – No. 1(29). – P. 58–63.

Література

1. ГБН В.2.3-3764:1918-556:2015. Автомобільні дороги. Споруди шумозахисні. Вимоги до проектування. – Київ: Міністерство інфраструктури України, 2015. – 29 с.
2. Гільов В. В. Забезпечення екологічної безпеки промислового регіону. Вісник Придніпровської державної академії архітектури. Дніпропетровськ, 2015. №4 (205). С. 62–67.
3. Гільов В.В. Оцінка якості та безпеки життєдіяльності населення, яке проживає на території з багатоповерховою забудовою за фактором шумового забруднення. International Scientific Journal. Київ, 2015. № 1. С. 14–17.
4. Шестопалова Л. М. Основи безпеки життєдіяльності. -К.: Юрінком Інтер, 2001. – 96 с.
5. Віталій Ковальчук. Заходи захисту від шуму на автомобільних дорогах. Дороги і мости. Київ, 2023. Вип. 28. С. 265–274.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерне облаштування вулиць і доріг» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання /уклад. О.П. Шимчук, В.О. Процюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – 144 с.
7. ДБН В.1.1-31:2013. Захист від шуму. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 22 с.
8. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина II. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2015. – 54 с.
9. Акустика та звукоізоляція у містобудуванні / За ред. В.І. Шепітька. – Київ: КНУБА, 2018. – 176 с.
10. Бондаренко, С.В., Лук'яненко, М.М. Використання побутових відходів у будівельних конструкціях: екологічна доцільність та перспективи // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2021. – № 1(29). – С. 58–63.

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 23.05.2025	Received 23.05.2025
Отримано у доопрацьованому вигляді 23.05.2025	Received in revised form 23.05.2025
Прийнято 02.06.2025	Accepted 02.06.2025
Опубліковано 25.06.2025	Published 25.06.2025

O.P. Shymchuk*

PhD, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0564-2673>
Department of Civil Engineering and Construction
Lutsk National Technical University, 75 Lvivska St., Lutsk, Ukraine, 43018

O.V. Protsyuk

PhD, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2644-9490>
Department of Civil Engineering and Construction
Lutsk National Technical University, 75 Lvivska St., Lutsk, Ukraine, 43018

L.O. Talakh

PhD, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4643-5582>
Department of Civil Engineering and Construction
Lutsk National Technical University, 75 Lvivska St., Lutsk, Ukraine, 43018

Ukraine, 43018

S.Y. Drobyshynets

PhD, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9060-7716>

Department of Civil Engineering and Construction

Lutsk National Technical University, 75 Lvivska St., Lutsk, Ukraine, 43018 Lvivska, 75, Lutsk, Ukraine, 43018

*corresponding author, e-mail: shimchukop@gmail.com

Analysis of noise protection structures as engineering arrangement of streets and roads and ways to reduce the harmful effects of noise from vehicles

How to Cite:

Shymchuk O.P., Protsyuk V.O., Talakh L.O., Drobyshynets S.Y. (2025). Analysis of noise protection structures as engineering arrangement of streets and roads and ways to reduce the harmful effects of noise from vehicles. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 23, 403-412. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-35](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-35)

Abstract. The problem of reducing noise pollution from road transport remains one of the most relevant in both large cities and rural areas adjacent to highways. Traditional methods of noise protection - the use of concrete, metal and composite screens - demonstrate high efficiency, but have a number of significant limitations: high cost of production and installation, significant weight of structures, limited adaptability to the landscape, as well as lack of environmental flexibility.

The article considers modern approaches to noise protection on highways and city streets and analyzes the effectiveness of existing noise protection structures and the main measures that can be used for such protection. Based on a systematic approach, the main types of noise protection screens, their design features, materials from which they are made, and possible impact on the environment are characterized. In this work, important attention is paid to the problem of reusing recycled materials, which can be waste of old rubber (in particular, used car tires), polystyrene foam and any other foam materials.

The article proposes the use of a new noise protection screen, the frame of which will be made of wood, and the middle will be filled with various types of waste (rubber, polystyrene foam, pieces of foam waste), which will be filled with mounting foam, which will act as a binder. Such a screen will have high noise-absorbing properties.

This approach allows solving two problems: reducing the noise load on the areas adjacent to highways and city streets, and allowing the disposal of environmentally problematic waste.

The design of a wooden noise barrier is considered as an example of a sustainable engineering solution that combines environmental friendliness, efficiency and economic feasibility. The results of this study can be used in the implementation of construction projects, major repairs and reconstruction of road infrastructure.

Keywords: noise protection, highways, noise-absorbing screens, secondary raw materials, foam, environmental engineering.