

ШУМОЗАХИСНІ ЕКРАНИ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

NOISE PROTECTION MEASURES ON HIGHWAYS



Ковальчук Віталій Володимирович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри транспортні технології, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна, e-mail: Vitalii.V.Kovalchuk@lpnu.ua, тел. +380972237243

<https://orcid.org/0000-0003-4350-1756>



Янчук Леонід Леонідович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: leonid.ianchuk@gmail.com, тел. +380503587337

<https://orcid.org/0000-0003-1269-1251>



Маковійчук Катерина Вікторівна, студентка, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: Ekmak523@gmail.com, тел. +380637326460

<https://orcid.org/0009-0005-1564-2860>

Анотація: У роботі висвітлено проблеми шумового забруднення навколишнього середовища від автомобільних доріг та шляхи їх вирішення. Проаналізовано шумозахисні заходи на автомобільних дорогах та питання шумової безпеки прилеглих до автомобільної дороги територій. Зазвичай, шум виникає внаслідок руху автомобілів, їх двигунів та дорожнього покриття. Об'єктами дослідження є шумозахисні споруди і заходи на автомобільних дорогах.

Однією з ключових стратегій щодо шумозахисту є вибір правильного місця для будівництва автомобільної дороги та використання спеціальних геометричних рішень, які можуть сприяти зменшенню шумового навантаження на прилеглі території. Також важливим елементом є встановлення звукоізоляційних бар'єрів. Одним із видів цього впливу є шумова забрудненість, яка, згідно з даними вітчизняних і міжнародних джерел, на сьогодні є однією з найбільш шкідливих фізичних складових [1, 2, 3]. Людину постійно переслідує зростаюче навантаження від шуму, яке може мати серйозний вплив

на її здоров'я та психоемоційний стан. Ці негативні наслідки особливо виражені на придорожніх територіях, де рівні шуму є надмірно високими.

Ключові слова: автомобільна дорога, шумове навантаження, шумозахисні екрани, шумопоглинаючі конструкції, акустичне проектування, шумозахисні принципи, геометрія дороги, транспортні засоби, шумове забруднення, шумозахисні конструкції.

Вступ. Наукові дослідження показали, що шум, який генерується транспортними засобами, негативно впливає на здоров'я людей. Тому необхідні вдосконалені рішення в галузі проектування та планування автомобільних доріг для зменшення шумового навантаження на житлові території.

Зазвичай, шум виникає внаслідок руху автомобілів, їх двигунів та дорожнього покриття. Цей шум може призводити до стресу, проблем зі сном, погіршення концентрації та інших проблем з фізичним і психологічним здоров'ям.

Однією з ключових стратегій щодо шумозахисту є вибір правильного місця для будівництва автомобільної дороги та використання спеціальних геометричних рішень, які можуть сприяти зменшенню шумового навантаження на прилеглі території. Також важливим елементом є встановлення звукоізоляційних бар'єрів.

Матеріали та методи. Стаття носить оглядовий характер. У статті використовується системний підхід, який представляє собою сукупність загальнонаукових методологічних принципів (вимог), в основі яких лежить розгляд об'єктів як систем. Об'єктами в даній статті є шумозахисні споруди і заходи на автомобільних дорогах.

Метою роботи є дослідження та аналіз можливих рішень шумозахисту прилеглих до автомобільної дороги селитебних територій від шумового навантаження автомобільних доріг.

Виклад основного матеріалу. Різні екологічні аспекти значно впливають на якість житлового середовища. Одним із видів цього впливу є шумова забрудненість, яка, згідно з даними вітчизняних і міжнародних джерел, на сьогодні є однією з найбільш шкідливих фізичних складових [1, 2, 3]. Людину постійно переслідує зростаюче навантаження від шуму, яке може мати серйозний вплив на її здоров'я та психоемоційний стан. Надмірний шум може призвести до нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативних неврозів, виразкової хвороби, розладу ендокринної та серцево-судинної систем, а також призвести до швидкого втомлення, погіршення пам'яті, концентрації уваги та гостроти зору.

Ці негативні наслідки особливо виражені на придорожніх територіях, де рівні шуму є надмірно високими. Високі рівні шуму також негативно впливають на продуктивність та якість праці, а також збільшують ризик травм. Наприклад, навіть збільшення рівня шуму на 10 децибелів може знизити продуктивність на 5-8% [4, 5]. Для підтримання нормального рівня продуктивності при підвищенні рівня шуму від 70 до 90 децибелів, працівник повинен витратити на 10-20% більше фізичних і нервових зусиль.

Проблема шуму, пов'язаного з автомобільними дорогами, є актуальною та поширеною у численних населених районах всього світу. Зростання автомобільного транспорту, розширення мережі доріг та підвищення швидкостей руху спричиняють збільшення шумового навантаження на прилеглі території, особливо в житлових районах, навколо шкіл та медичних закладів.

Шум, який виникає від автомобільних доріг, має значний негативний вплив на якість життя людей. Він може спричинити проблеми зі сном, викликати стан збудження, погіршити здатність до концентрації уваги, сприяти стресовим реакціям та погіршенню як фізичного, так і психологічного здоров'я. Крім того, тривала експозиція до високих рівнів шуму може призвести до серйозних проблем із слухом.

Ця проблема стає все більше актуальною в сучасному світі, і вирішення її вимагає комплексних заходів у галузі дорожньої інфраструктури та звукоізоляції для забезпечення здорового та комфортного життя мешканців відповідних районів. Зазвичай, шум виникає внаслідок руху автомобілів, їх двигунів та дорожнього покриття. Цей шум може призводити до стресу, проблем зі сном, погіршення концентрації та інших проблем з фізичним і психологічним здоров'ям. Шумове забруднення може складати навіть більше 70 дБ.

Ефективним способом боротьби з шумовим навантаженням від автомобільних доріг є встановлення шумозахисних екранів. Ці екрани можуть мати різні матеріали та геометричну структуру.



Рисунок 1 – Шумозахисні екрани на автомобільних дорогах.

Figure 1 – Noise protection screens on highways

Розглянемо деякі шумозахисні екрани з різних типів матеріалів.

Сталеві шумозахисні бар'єри відомі своєю міцністю і довговічністю. Виготовлені з високоякісних сталевих матеріалів, ці бар'єри спроектовані таким чином, щоб витримувати випробування часом і суворими умовами різних середовищ. Встановлені вздовж автомобільних доріг, на промислових майданчиках або в комерційних приміщеннях, сталеві шумозахисні бар'єри забезпечують надійний захист від вторгнення шуму, зберігаючи спокій оточуючих.



Рисунок 2 – Сталевий шумозахисний екран

Figure 2 – Steel noise shield

Сталеві шумозахисні екрани мають свої плюси та мінуси. Ось кілька з них:

Плюси сталевих шумозахисних екранів:

- **Висока міцність:** Сталеві екрани дуже міцні і стійкі до зовнішніх факторів, таких як вітер, дощ, сніг, навала автомобілів під час аварій і ультрафіолетове випромінювання.
- **Довгий термін служби:** Сталеві конструкції зазвичай мають довгий термін служби, що означає, що вони не потребують часті заміни або ремонту.
- **Висока шумозахисна якість:** Сталеві екрани можуть ефективно зменшити рівень шуму, що доходить до навколишнього середовища, забезпечуючи комфорт для жителів або робітників у районі забудови.
- **Відсутність обслуговування:** Вони не потребують значного обслуговування і можуть служити протягом багатьох років без істотних витрат на ремонт.

Мінуси сталевих шумозахисних екранів:

- **Вага:** Сталеві екрани важкі, і для їх встановлення потрібна відповідна інфраструктура та обладнання.
- **Високі витрати на виробництво і встановлення:** Сталеві екрани можуть бути дорогими як в процесі виготовлення, так і в процесі монтажу. В процесі виготовлення, екрани мають бути надійно оброблені антикорозійними засобами.
- **Естетичний вигляд:** Деякі можуть вважати сталеві екрани менш привабливими з естетичної точки зору порівняно з іншими матеріалами, такими як дерево або скло.
- **Обмежена конфігурація:** Сталеві екрани можуть мати обмежені можливості для індивідуалізації та адаптації до конкретних потреб, оскільки вони зазвичай виготовляються у стандартних розмірах і формах.

При виборі сталевих шумозахисних екранів слід враховувати конкретні потреби та умови місцевості, а також розглядати альтернативні матеріали та конструкції для досягнення найкращих результатів у питанні шумозахисту і естетики.

Шумозахисні екрани з алюмінію також мають свої плюси та мінуси. Ось кілька з них:

Плюси алюмінієвих шумозахисних екранів:

- Легка вага: Алюміній вага набагато легше, ніж сталь, що полегшує транспортування, встановлення та обслуговування алюмінієвих шумозахисних екранів.
 - Довгий термін служби: Алюміній є корозійностійким матеріалом, що означає, що алюмінієві екрани мають довгий термін служби і не вимагають частого обслуговування чи покриття антикорозійними засобами.
 - Ефективність у зменшенні шуму: Алюмінієві шумозахисні екрани можуть бути добре спроектовані для зменшення рівня шуму від дорожнього руху, промисловості чи інших джерел шуму.
 - Естетичні можливості: Алюміній може бути сформованим в різноманітні форми та дизайни, що дає більше можливостей для індивідуалізації та адаптації до архітектурного середовища.
- Мінуси алюмінієвих шумозахисних екранів:
- Вищі витрати порівняно зі сталлю: Алюміній може бути дорожчим матеріалом, ніж сталь, і це може вплинути на вартість виготовлення та встановлення алюмінієвих шумозахисних екранів.
 - Менша міцність: Алюміній не такий міцний, як сталь, і вимагає більшої товщини для досягнення аналогічної міцності, що може збільшити вагу та вартість конструкції.
 - Можливість корозії: Хоча алюміній є корозійностійким, він все ж може піддаватися корозії, особливо в агресивних середовищах, якщо поверхня пошкоджена.
 - Обмеження в висоті: Алюмінієві шумозахисні екрани можуть бути обмежені в висоті порівняно з вимогами звукоізоляції, особливо в тих випадках, де необхідні високі бар'єри для шуму.



Рисунок 3 – Шумозахисний екран з алюмінію

Figure 3 – Aluminum noise shield

Вибір матеріалу для шумозахисних екранів залежить від конкретних умов, бюджету та дизайну. Важливо ретельно розглянути всі переваги та недоліки алюмінієвих шумозахисних екранів, щоб зробити оптимальний вибір для конкретного проекту.

Скляні шумозахисні екрани є свідченням поєднання прозорості та зменшення шуму. Виготовлені з високоякісних скляних панелей, ці бар'єри переосмислюють традиційні стратегії зниження шуму. Легко інтегруючись у різні середовища, скляні шумозахисні бар'єри представляють особливий підхід до створення спокійного простору без шкоди для візуальної естетики.



Рисунок 4 – Скляний шумозахисний екран

Figure 4 – Glass noise shield

Скляні шумозахисні екрани мають свої плюси та мінуси, і вибір матеріалу повинен базуватися на конкретних потребах та умовах проекту. Ось деякі з переваг та недоліків скляних шумозахисних екранів:

Переваги скляних шумозахисних екранів:

- Естетичний вигляд: Скло має сучасний та елегантний вигляд, і скляні шумозахисні екрани можуть інтегруватися в архітектурну запроектовану зону без великої втрати естетики.
- Прозорість: Скляні екрани дозволяють світлу проходити через них, що створює відчуття відкритості та збереження видимості на місці. Варіанти прозорості: Скляні шумозахисні екрани доступні в різних варіантах, від прозорого скла для безперешкодного огляду до матового скла для балансу між прозорістю та приватністю.
- Високий ступінь шумозахисту: Скло має високу здатність до зменшення рівня шуму, і правильно спроектований скляний шумозахисний екран може надавати високий рівень шумозахисту.
- Можливість індивідуалізації: Скло може бути оброблено та прикрашено для створення унікальних дизайнів та структур, що задовольняють потреби конкретного проекту.

Недоліки скляних шумозахисних екранів:

- Вищі витрати: Скляні екрани зазвичай вимагають більших витрат на виготовлення та встановлення порівняно з іншими матеріалами.
- Можливість пошкодження: Скло є більш крихким матеріалом порівняно з металом чи пластиком, і воно може ламатися чи тріскати внаслідок зовнішнього впливу.
- Висока обслуговуваність: Скло може вимагати регулярного очищення та обслуговування, оскільки на ньому можуть з'являтися подряпини, сліди від дощу і інші дефекти, що впливають на прозорість та естетику.
- Обмеження в шумозахисті: В порівнянні з іншими матеріалами, скло може бути менш ефективним у зменшенні шуму від надмірного шуму, особливо якщо воно не має внутрішнього шумопоглинаючого шару.

Вибір скляних шумозахисних екранів підходить для ситуацій, де дизайн та естетика є важливими факторами і де високі витрати можуть бути виправданими. Однак слід враховувати потреби в обслуговуванні та можливість пошкодження матеріалу.

Бетонні шумозахисні екрани є одним із засобів для зменшення шуму від транспорту та інших джерел на шляхах та в інших громіздких об'єктах.



Рисунок 5 – Бетонний шумозахисний екран

Figure 5 – Concrete noise protection screen

Вони мають свої плюси і мінуси:

Плюси бетонних шумозахисних екранів:

- Ефективність у зменшенні шуму: Бетонні шумозахисні екрани можуть значно знизити рівень шуму від дорожнього руху та інших джерел, завдяки своїй масивності та висоті.
- Довговічність: Бетонні конструкції зазвичай мають довгий термін служби і не вимагають частої заміни або обслуговування.
- Стійкість до погодних умов: Бетон стійкий до впливу погодних умов, таких як дощ, сніг, мороз, і витримує екстремальні температурні умови.
- Естетичний вигляд: Завдяки різноманітним дизайнам і можливості фарбування, бетонні шумозахисні екрани можуть бути естетично виглядаючими та добре вписуватися в навколишнє середовище.

Мінуси бетонних шумозахисних екранів:

- Висока вартість: Виробництво та встановлення бетонних шумозахисних екранів може бути витратним процесом.
- Великі габарити: Бетонні шумозахисні екрани зазвичай потребують великої площі та висоти, що може бути проблемою в обмежених просторах або на місцях з обмеженою доступністю.

- Ефект «тунелю»: Для деяких людей великі бетонні шумозахисні екрани можуть створювати відчуття замкнутості і тунелю на дорозі, що може викликати дискомфорт.

- Потреба в регулярному обслуговуванні: Хоча бетон стійкий до погодних умов, його зовнішній вигляд може погіршитися з часом через забруднення або пошкодження, і його слід регулярно підтримувати.

Загалом, бетонні шумозахисні екрани можуть бути корисними для зменшення шуму в певних ситуаціях, але їхній вибір слід робити, враховуючи конкретні умови місця та витрати.

У прагненні до інновацій ми усвідомлюємо, що майбутнє шумозаглушення лежить у площині конвергенції передових матеріалів. Сучасні композитні шумозахисні екрани втілюють цей далекоглядний підхід, пропонуючи поєднання найсучасніших компонентів, які переосмислюють поняття шумопоглинання.



Рисунок 6 – Шумозахисний екран з композитних матеріалів.

Figure 6 – Soundproof screen made of composite materials

Сучасні композитні шумозахисні бар'єри є результатом злиття різних матеріалів, таких як скловолокно, полімери та інші композитні матеріали. Кожен з цих матеріалів вносить свої унікальні властивості в загальне рішення. Поєднуючи високоміцні компоненти, ці екрани створюють синергію, яка ефективно знижує рівень шуму, водночас відкриваючи нові виміри універсальності та продуктивності.

Переваги передових композитних шумозахисних бар'єрів поширюються на багато аспектів:

- Оптимізоване зниження шуму: Різноманітні компоненти сучасних композитних матеріалів працюють в гармонії, забезпечуючи виняткове зниження шуму, що перевершує можливості окремих матеріалів.

- Структурна ефективність: Композитні матеріали мають високе співвідношення міцності до ваги, що дозволяє створювати надійні шумозахисні бар'єри з мінімальним навантаженням на конструкцію.
- Ефективність, що налаштовується: Сучасні композитні матеріали можуть бути адаптовані до конкретних вимог щодо зниження шуму, що дозволяє точно налаштувати акустичні властивості.
- Естетична гнучкість: Універсальна природа композитних матеріалів сприяє творчому підходу до дизайну, дозволяючи створювати бар'єри, які гармонійно поєднуються з навколишнім середовищем.

Висновки. Шумозахисні екрани, будинки та шумозахисні вікна є важливими складовими в сучасних стандартах житла і міського планування, оскільки забезпечують не лише комфорт та здоров'я мешканців, але й покращують якість середовища. Ці засоби зменшення шуму не тільки відокремлюють житлову зону від шуму автомобільних доріг, але й можуть служити захисними бар'єрами, що допомагають знизити шумове навантаження на прилеглі території та дозволяють створювати комфортні та безпечні середовища для проживання.

Підвищена звукоізоляція вікон і дверей сприяє захисту внутрішнього простору житла від надмірного шуму, забезпечуючи тишу та спокій для мешканців. Ці вікна і двері можуть також бути обладнані спеціальними вентиляційними системами, що дозволяють забезпечити свіже повітря без шуму та забруднення зовнішнього середовища.

Шумозахисні екрани є одним з найефективніших засобів зменшення рівня шуму, не лише від транспортного руху, але й для захисту житлових зон. Вони отримали широке визнання та застосування в Сполучених Штатах, країнах Європи та Азії, і тепер активно впроваджуються в Україні. За своєю структурою, шумозахисні екрани виглядають як відносно тонкі суцільні стінки, які зменшують рівні шуму на території, що перебуває за ними. Дослідження впливу різних параметрів конструкції екрану та взаємного розташування джерела звуку та зони, яку вони захищають від шуму, почалося ще у 50-их роках двадцятого століття і продовжується до наших днів.

Застосування шумозахисних екранів, будинків та вікон сприяє зниженню шумового забруднення, покращенню якості життя та збереженню здоров'я мешканців, що робить їх важливою складовою сучасного житлового будівництва та розвитку міських інфраструктур.

Перелік посилань

1. Гільов В. В. Забезпечення екологічної безпеки промислового регіону. В.В. Гільов, В.Н. Макарова. Вісник Придніпровської державної академії та архітектури. – Дніпропетровськ:, 2015. - №4 (205). – 75 с. – С. 62–67.
2. Гільов В.В. Оцінка якості та безпеки життєдіяльності населення, яке проживає на території з багатоповерховою забудовою за фактором шумового забруднення. В.В. Гільов, В.Н. Макарова, М.Ю. Трошин. International Scientific Journal. – Київ: «Спринт-Сервіс», 2015. – № 1. – С. 14– 17.
3. Road traffic noise and health-related quality of life : A cross-sectional study [Онлайн ресурс]. D. Welch, D. Shepherd, K.N Dirks, D. McBride, S. Marsh // Noise & Health — Vol.15. — 2013. — P. 224–230 <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2013;volume=15;issue=65;spage=224;epage=230;aulast=Welch>
4. Stephen A. Stansfeld Noise pollution: non-auditory effects on health [Онлайн ресурс]. A. Stansfeld Stephen, P. Matheson Mark. British Medical Bulletin. — 2003. — Vol. 68. — P. 243—257 <https://bmb.oxfordjournals.org/content/68/1/243.full.pdf>
5. Summary of Noise Barriers Constructed By December 31, 2010. - Washington, DC: U.S. Department of Transportation, July 2012.

NOISE PROTECTION MEASURES ON HIGHWAYS

Kovalchuk Vitalii V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Transport Technologies, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: Vitalii.V.Kovalchuk@lpnu.ua tel. +380972237243, <https://orcid.org/0000-0003-4350-1756>.

Yanchuk Leonid L., PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor, Associate Professor of bridges, tunnels and hydraulic structures, Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: leonid.ianchuk@gmail.com, tel.+380503587337, <https://orcid.org/0000-0003-1269-1251>.

Makoviichuk Kateryna V., student, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: Ekma523@gmail.com tel.+380637326460, <https://orcid.org/0009-0005-1564-2860>

Summary. The paper highlights the problems of noise pollution of the environment from highways and ways to solve them. Noise protection measures on highways and issues of noise safety of areas adjacent to the highway were analyzed. Typically, noise is caused by traffic, engines, and road surfaces. The objects of the study are noise protection structures and measures on highways.

One of the key strategies for noise protection is to choose the right location for road construction and use special geometric solutions that can help reduce the noise load on the surrounding areas. Another important element is the installation of sound barriers. One of the types of this impact is noise pollution, which, according to domestic and international sources, is currently one of the most harmful physical components [1, 2, 3]. A person is constantly harassed by the growing burden of noise, which can have a serious impact on his health and psycho-emotional state.

These negative effects are particularly pronounced in roadside areas where noise levels are excessively high.

Keywords: highway, noise load, noise barriers, noise-absorbing structures, acoustic design, noise protection principles, road geometry, vehicles, noise pollution, noise protection structures.

References

1. Ensuring environmental safety of an industrial region. V.V. Gilev, V.N. Makarova. Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Academy and Architecture. - Dnipropetrovsk, 2015. - No. 4 (205). - 75 p. - P. 62-67.
2. Evaluation of the quality and safety of life of the population living in the territory with multi-storey buildings by the factor of noise pollution. V.V. Gilev, V.N. Makarova, M.Y. Troshin. International Scientific Journal. - Kyiv: "Sprint-Service", 2015. - No. 1. - pp. 14-17.
3. Road traffic noise and health-related quality of life : A cross-sectional study [Онлайн ресурс]. D. Welch, D. Shepherd, K.N Dirks, D. McBride, S. Marsh // Noise & Health — Vol.15. — 2013. — P. 224–230 <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2013;volume=15;issue=65;spage=224;epage=230;aulast=Welch>
4. Stephen A. Stansfeld Noise pollution: non-auditory effects on health [Онлайн ресурс]. A. Stansfeld Stephen, P. Matheson Mark. British Medical Bulletin. — 2003. — Vol. 68. — P. 243—257 <https://bmb.oxfordjournals.org/content/68/1/243.full.pdf>
5. Summary of Noise Barriers Constructed By December 31, 2010. - Washington, DC: U.S. Department of Transportation, July 2012.

Дата надходження до редакції 12.10.2023.