

ШУМОЗАХИСНІ ПРИНЦИПИ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

NOISE PROTECTION PRINCIPLES OF HIGHWAY CONSTRUCTION



Ільченко Володимир Васильович, доцент, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою, Першотравневий проспект, 24, Полтава, Полтавська область, 36011 e-mail: znpbud@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0346-8218>



Дорожко Євген Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вулиця Ярослава Мудрого, 25, Харків, Харківська область, 61002, e-mail: evgeniy.dorozhko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2894-2131>

Анотація. За результатами наукових досліджень було встановлено, що шум, який виникає від транспортних засобів, має негативний вплив на здоров'я людей, тому потрібні ефективні рішення в області конструювання та планування для зменшення шумового навантаження на житлові території.

Зазвичай, шум утворюється внаслідок руху автомобілів, їх двигунів та дорожнього покриття. Шум може мати негативний вплив на здоров'я людей, призводячи до стресу, проблем зі сном, погіршення зосередженості та інших проблем з фізичним і психологічним здоров'ям.

Найважливіші шумозахисні принципи - це обрання відповідного місця для будівництва автомобільної дороги, використання спеціальних геометричних рішень, що може допомогти знизити шумове навантаження на прилеглі території, встановлення звукоізоляційних бар'єрів.

Досить ефективним засобом боротьби з шумовим навантаженням від автомобільної дороги є встановлення шумозахисних екранів вздовж автомобільної дороги. Вони можуть бути з різних матеріалів, різні в конструктивному та геометричному ракурсі.

Досліджено, що найефективнішим способом захисту сільських територій від шуму транспорту є спорудження будинків-екранів вздовж транспортних магістралей. За даними, рівень шуму позаду таких будинків зменшується до 23 дБА порівняно з рівнем шуму на самій транспортній магістралі.

Для визначення шумового стану на забудованих територіях в цілому і на окремих ділянках мікрорайонів використовують карту шуму, що представляє собою графічне зображення кривих рівнів звукового тиску, що нанесені на планову схему. Ці карти дозволяють оцінити зменшення рівня шуму з віддаленням від транспортної магістралі.

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

Вступ. Автомобільні дороги є важливою складовою інфраструктури в будь-якій країні, забезпечуючи ефективну транспортну систему для переміщення людей та товарів. Проте, розвиток

автомобільного транспорту також вносить певні негативні наслідки, зокрема шумове забруднення, яке може впливати на життя людей, що проживають поблизу автомобільних трас.

У цій статті ми розглянемо шумозахисні принципи, що використовуються під час будівництва автомобільних доріг. Ми проаналізуємо різні техніки, що використовуються для зниження рівня шуму від автомобілів і будемо пропонувати рекомендації для зменшення шкідливого впливу шуму на мешканців навколишніх територій.

Проблема та її актуальність. Проблема шуму, пов'язаного з автомобільними дорогами, є актуальною у багатьох населених районах по всьому світу. Зростання автомобільного транспорту, розширення дорожньої мережі і збільшення швидкостей руху призводять до збільшення шумового навантаження на прилеглі території, особливо в житлових районах, школах та медичних установах.

Шум від автомобільних доріг має негативний вплив на якість життя людей. Він може спричинити проблеми зі сном, збудження, погіршення концентрації, стрес, погіршення психологічного і фізичного здоров'я, а також зменшення продуктивності і якості роботи. Більш того, тривала експозиція до високого рівня шуму може призвести до серйозних проблем зі слухом.

Актуальність шумозахисних принципів будівництва автомобільних доріг полягає в необхідності зменшення шумового забруднення та забезпечення комфортного середовища для мешканців. Це стає особливо важливим в урбанізованих районах, де простір обмежений, а люди проживають поруч з автомобільними трасами.

Розробка та впровадження шумозахисних принципів будівництва автомобільних доріг є важливим завданням для забезпечення здоров'я та благополуччя населення. Це включає в себе використання наукових досліджень, технологічних інновацій, урахування географічних особливостей та співпрацю між урядовими органами, інженерами, архітекторами та громадськістю.

Використання шумозахисних принципів у будівництві автомобільних доріг дозволить зменшити шумове забруднення, підвищити якість життя мешканців та створити більш комфортне та здорове середовище для всіх людей, які використовують дороги та проживають поруч з ними.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Після аналізу науково-дослідних робіт [2–8] було встановлено, що для вимірювання шумових характеристик транспортних потоків і локальних внутрішньоквартальних джерел використовуються два показники: еквівалентний рівень шуму $L_{\text{Аекв}}$ та максимальний рівень шуму $L_{\text{Амакс}}$, які виражені у децибелах (дБА). Ці вимірювання проводяться на відстані 7,5 м від осі найближчої до краю смуги руху транспорту з боку розрахункової точки.

Дослідження, які були проведені в роботі [1], досліджували вплив фізико-механічних параметрів матеріалів на шумопоглинаючі властивості шумозахисних екранів. За результатами роботи [3] було встановлено, що геометрична конструкція протектора шин автомобільних транспортних засобів має вплив на рівень шуму.

Дослідження також показали, що погодні умови мають вплив на рівень шуму, змінюючи його на величину від 6 до 10 дБ. В роботі [4] було встановлено, що зі збільшенням температури навколишнього середовища збільшується рівень шуму.

У роботі [6] було проведено дослідження впливу конструкцій дорожнього одягу на рівень шумового навантаження. Гладке дорожнє покриття знижує рівень шуму [8]. Тонкий гладкий шар бітуму зменшує рівень шуму на 4-5 дБА порівняно з дорогами звичайного асфальтового покриття.

У роботі [7] порушується питання оптимальної форми шумозахисних екранів та їх впливу на візуальне сприйняття учасниками дорожнього руху. Також зазначається необхідність гармонізації форм і розмірів екранів з прилеглими житловими забудовами.

Проте, при розробці дорожнього одягу зі зниженими параметрами шумового навантаження, слід враховувати безпеку дорожнього руху.

Для зменшення шумового навантаження від транспортних засобів при посадці зелених смуг важливо забезпечити щільне примикання крон дерев між собою та заповнення простору між кронами чагарниками. Звичайні смуги зелених насаджень із розрідженою посадкою дерев і чагарників не враховуються при розрахунку рівнів шуму. При посадці необхідно використовувати породи, які пристосовані до умов повітряного середовища в містах та інших населених пунктах.

Мета дослідження полягає в вивченні та розробці шумозахисних принципів для будівництва автомобільних доріг. Це дослідження спрямоване на зниження рівня шуму, що виникає внаслідок транспортного руху, та створення комфортних умов для мешканців населених пунктів, які знаходяться поблизу автомобільних доріг.

Виклад основного матеріалу досліджень. Перед тим, як розглядати шумозахисні принципи будівництва автомобільних доріг, слід розуміти, яким чином автомобілі виробляють шум. Зазвичай, шум утворюється внаслідок руху автомобілів, їх двигунів та дорожнього покриття. Шум може мати негативний вплив на здоров'я людей, призводячи до стресу, проблем зі сном, погіршення зосередженості та інших проблем з фізичним і психологічним здоров'ям.

Шумозахисні принципи під час будівництва доріг.

Вибір місця будівництва: Один з найважливіших шумозахисних принципів - це обрання відповідного місця для будівництва автомобільної дороги. Слід уникати будівництва трас поруч з житловими районами, школами та іншими чутливими до шуму об'єктами. Крім того, слід враховувати природні перешкоди, які можуть фільтрувати шум, такі як природні долини або річки.

Геометрія дороги: Використання спеціальних геометричних рішень може допомогти знизити шумове навантаження на прилеглі території. Наприклад, впровадження спеціальних кривих радіусів і відрізків дороги може знизити швидкість руху автомобілів і, відповідно, шум, який вони генерують.

Одним з ефективних способів зменшення шуму є впровадження спеціальних кривих радіусів і відрізків дороги. Завдяки цьому, автомобілі будуть змушені зменшити швидкість руху, що сприятиме зниженню шуму, що вони створюють. Наприклад, менші радіуси поворотів або відрізки дороги з вузьким профілем можуть змусити водіїв повільніше рухатись, що в свою чергу знижує шумове навантаження на прилеглі території.

Крім того, ефективним геометричним рішенням є використання зелених насаджень, які можуть служити природними шумовими бар'єрами. Посадка дерев і чагарників вздовж доріг може знизити рівень шуму, оскільки рослини поглинають і розсіюють звукові хвилі, а також створюють природний екран, що відокремлює дорогу від прилеглих територій.

При проектуванні доріг також варто враховувати інші геометричні параметри, такі як відстань між автомобілями, розміщення розділювальних смуг, пристосування дороги до місцевих умов тощо. Всі ці фактори можуть впливати на швидкість руху автомобілів і, відповідно, на рівень шуму, що вони створюють.

Таким чином, використання спеціальних геометричних рішень у проектуванні доріг може сприяти зниженню шумового навантаження на прилеглі території. Це може створити більш комфортну та тиху середу для мешканців і допомогти забезпечити якість життя в околицях автомобільних доріг.

Звукоізоляційні бар'єри: Встановлення звукоізоляційних бар'єрів поруч з автомобільною трасою може значно знизити рівень шуму, що досягає навколишніх населених пунктів. Ці бар'єри можуть бути зроблені з різних матеріалів, таких як бетон, шумоізоляційні панелі або зелені насадження.

Бетонні звукоізоляційні бар'єри є одним з найпоширеніших варіантів. Вони складаються з масивних стін, які здатні поглинати та відбивати звукові хвилі. Такі бар'єри можуть бути високі та широкі, що дозволяє забезпечити ефективну звукоізоляцію.

Шумоізоляційні панелі є ще одним варіантом звукоізоляційних бар'єрів. Вони зазвичай виготовляються зі спеціальних матеріалів, які мають високу звукоізоляційну ефективність. Ці панелі можуть мати різні конструкції, що дозволяє їх використовувати на різних типах доріг та умовах.

Зелені насадження також можуть виступати як звукоізоляційні бар'єри. Посадка дерев та чагарників поруч з трасою може виграти роль природного звукоізоляційного екрана. Рослини поглинають звукові хвилі та розсіюють шум, що допомагає знизити його рівень в межах прилеглих населених пунктів.

При виборі звукоізоляційних бар'єрів важливо враховувати різні фактори, такі як висота бар'єру, розташування від траси, тип дороги та особливості місцевості. Оптимальне поєднання різних типів бар'єрів та їх розташування може максимально знизити рівень шуму та створити комфортне середовище для мешканців навколишніх населених пунктів.

Загалом, використання звукоізоляційних бар'єрів є важливим аспектом при проектуванні та будівництві автомобільних трас. Вони можуть знижувати шумове забруднення та сприяти створенню тихого та комфортного середовища для населення, що проживає поруч з дорогами.

Будинки-екрани є одним із методів зниження рівня шуму, що походить від автомобільних доріг. Це будівлі, розташовані вздовж траси, які виступають у ролі природних або штучних звукоізоляційних бар'єрів.

Будинки-екрани можуть мати різні форми та конструкції. Наприклад, це можуть бути високі стіни або перегородки, що забезпечують фізичну перешкоду для звукових хвиль. Вони можуть бути виготовлені з різних матеріалів, таких як бетон, цегла, метал або спеціальні шумоізоляційні матеріали.

Головна функція будинків-екранів полягає в тому, щоб перекрити шлях для поширення звуку і захистити прилеглі населені пункти від шуму, що генерується автотранспортом. Вони допомагають відбивати або поглинати звукові хвилі, перешкоджаючи їх поширенню в сторону житлових районів.

При проектуванні будинків-екранів необхідно враховувати ряд факторів, таких як висота, розміщення від траси, конструкція та матеріали, використані для їх будівництва. Також важливо враховувати естетичний аспект, оскільки будинки-екрани мають бути вписані в місцевий ландшафт та архітектурні вимоги.

Будинки-екрани можуть ефективно знижувати шумове навантаження на прилеглі території та створювати більш комфортне середовище для мешканців. Вони сприяють зменшенню шумового забруднення та можуть бути використані як додатковий захисний захід для житлових районів, розташованих поруч з автомобільними трасами.

Акустичне проектування дорожнього покриття: Використання спеціальних матеріалів для дорожнього покриття може значно знизити шум, що виникає під час руху автомобілів. Наприклад, застосування гумових асфальтобетонів або пористого асфальту може значно зменшити шумове навантаження.

Одним з ефективних рішень є застосування гумових асфальтобетонів або пористого асфальту. Гумові асфальтобетони містять гранульовану гуму, яка додається до асфальтної суміші. Це дозволяє покращити акустичні властивості покриття шляхом поглинання та розсіювання звукової енергії. Гумовий асфальтобетон зменшує рівень шуму, що випромінюється автомобілями, і сприяє створенню більш тихого оточення для оточуючих.

Пористий асфальт (або асфальт з відкритими порами) також є ефективним матеріалом для зниження шумового навантаження. Цей тип асфальту має спеціальну структуру, що дозволяє поглинати і розсіювати звукову енергію. Відкриті пори в асфальті допомагають розсіювати звукові хвилі, що зменшує їх інтенсивність і сприяє зниженню рівня шуму.

Крім вищезгаданих матеріалів, існують й інші спеціальні типи дорожніх покриттів, призначених для шумозахисту. Наприклад, використання резинових покриттів або спеціальних шумопоглинаючих шарів може додатково знизити шум, що генерується під час руху автомобілів.

Правильне управління швидкістю: Швидкість руху автомобілів має безпосередній вплив на рівень шуму. Застосування обмежень швидкості та засобів контролю швидкості на автомобільних дорогах може знизити шумове забруднення в прилеглих районах.

Застосування обмежень швидкості на автомобільних дорогах є ефективним способом контролювати шумове навантаження. Обмеження швидкості допомагають зменшити шум, що випромінюється автомобілями під час руху. Чим нижча швидкість руху, тим менше шуму генерується, оскільки шумові емісії зазвичай залежать від швидкості автомобілів.

Крім того, засоби контролю швидкості, такі як швидкісні камери, радары і дисплеї з відображенням швидкості, допомагають контролювати дотримання обмежень швидкості. Це сприяє зниженню швидкості руху транспорту і, відповідно, зменшенню шумового забруднення. Засоби контролю швидкості можуть бути встановлені на ділянках доріг з високим рівнем шуму або в проживальних районах, де необхідно забезпечити спокій та комфорт для мешканців.

Важливо враховувати місцеві умови, потоки транспорту та специфіку конкретного району при встановленні обмежень швидкості та засобів контролю. Правильне управління швидкістю сприяє

зниженню шумового навантаження і впливає на створення більш сприятливого середовища для проживання мешканців і активного відпочинку.

Висновки. Шумозахисні принципи під час будівництва автомобільних доріг є важливим елементом вирішення проблем шумового забруднення. Правильне вибір місця будівництва, геометрія дороги, використання звукоізоляційних бар'єрів, акустичне проектування дорожнього покриття та управління швидкістю - усі ці заходи сприяють зниженню шумового навантаження на прилеглі території та поліпшенню якості життя людей.

Далі потрібно розширити та деталізувати кожен з принципів, навести приклади успішних реалізацій, а також обговорити важливість співпраці між інженерами, архітекторами, владою та громадою при плануванні та будівництві автомобільних доріг з урахуванням шумозахисних принципів.

Перелік посилань

[1] Summary of Noise Barriers Constructed By December 31, 2010. - Washington, DC: U.S. Department of Transportation, July 2012.

[2] Ahmed A., Fahim M. A., & Seddeq H. S. (2010). Noise prediction for outdoor cooling systems; case study. *Journal of American Science*, 6(11), 899–905.

[3] Fleming G., Gregg E., Rickley (1994). Performance Evaluation of Experimental Highway Noise Barriers. Report No. DOT-VNTSC-FHWA-94-16 and FHWA-RD-94-093. Cambridge MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center.

[4] Fleming, Gregg G., Rickley E. (1990). Parallel Barrier Effectiveness: Dulles Noise Barrier Project. Report No. FHWA-RD-90-105 and DOT-TSC-FHWA-90-1. Cambridge MA: U.S. Department of Transportation, John A. Volpe National Transportation Systems Center, Acoustics Facility.

[5] Highway Noise Barriers: Performance, Maintenance and Safety (Video). Cambridge, MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center, 1996. - October.

[6] Gordon C. G., Galloway W. J., Kugler B. A., Nelson D. L. (1971). *NCHRP Report 117: Highway Noise: A Design Guide for Highway Engineers*. HRB, National Research Council, Washington, D.C., 1971.

[7] Highway Noise Barrier Design Handbook. Prepared by Gregg G. Fleming, Harvey S. Knauer, Cynthia S.Y. Lee, Soren Pedersen. 2000.

[8] Banerjee D. Ambient Noise Level around an integrated Iron & Steel works, *Bulletin of National Institute of Ecology*, 2006. – 32(4). – pp.144–146.

NOISE PROTECTION PRINCIPLES OF HIGHWAY CONSTRUCTION

Ichenko Volodymyr V., associate professor znpbud@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0346-8218 Department "Department of Highways, Geodesy, Land Management and Rural Buildings" *Poltava National Technical University named after Yury Kondratyuk* Pershotravnevy prospect, 24, Poltava, Poltava region, 36000

Dorozhko Evgeny V., associate professor evgeniy.dorozhko@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2894-2131 department "road design, geodesy and land management" *Kharkiv National Automobile and Road University* 25 Yaroslav Mudry Street, Kharkiv, Kharkiv region, 61002

Abstract. According to the results of scientific research, it was established that the noise generated by vehicles has a negative impact on people's health, therefore, effective solutions in the field of construction and planning are needed to reduce the noise load on residential areas.

Usually, noise is produced by the movement of cars, their engines and road surfaces. Noise can have a negative impact on people's health, leading to stress, sleep problems, impaired concentration and other physical and psychological health problems.

The most important noise protection principles are the selection of a suitable place for the construction of a road, the use of special geometric solutions that can help reduce the noise load on the surrounding areas, and the installation of soundproof barriers.

A fairly effective means of combating the noise load from the highway is the installation of noise protection screens along the highway. They can be made of different materials, different in structural and geometric perspective.

It has been studied that the most effective way to protect rural areas from traffic noise is the construction of screen houses along transport highways. According to the data, the noise level behind such buildings decreases to 23 dBA compared to the noise level on the transport highway itself.

A noise map is used to determine the noise level in built-up areas as a whole and in individual sections of microdistricts, which is a graphical representation of sound pressure level curves plotted on a plan diagram. These maps make it possible to estimate the reduction of the noise level with distance from the transport highway.

Key words: noise load, noise-absorbing structures, acoustic design, noise protection principles, road geometry, vehicles.

References

- [1] Summary of Noise Barriers Constructed By December 31, 2010. – Washington, DC: U.S. Department of Transportation, July 2012.
- [2] A. Ahmed, M. A. Fahim, & H. S. Seddeq. Noise prediction for outdoor cooling systems; case study. *Journal of American Science*, 6(11), 899–905.
- [3] G. Fleming, E. Gregg, Rickley. Performance Evaluation of Experimental Highway Noise Barriers. *Report No. DOT-VNTSC-FHWA-94-16 and FHWA-RD-94-093*. Cambridge MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center.
- [4] Fleming, G. Gregg, E. Rickley. Parallel Barrier Effectiveness: Dulles Noise Barrier Project. Report No. FHWA-RD-90-105 and DOT-TSC-FHWA-90-1. Cambridge MA: U.S. Department of Transportation, John A. Volpe National Transportation Systems Center, Acoustics Facility.
- [5] Highway Noise Barriers: Performance, Maintenance and Safety (Video). Cambridge, MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center, 1996.
- [6] C. G. Gordon, W. J. Galloway, B. A. Kugler, D. L. Nelson. *NCHRP Report 117: Highway Noise: A Design Guide for Highway Engineers*. HRB, National Research Council, Washington, D.C., 1971.
- [7] Highway Noise Barrier Design Handbook. Prepared by Gregg G. Fleming, Harvey S. Knauer, Cynthia S.Y. Lee, Soren Pedersen. 2000.
- [8] D. Banerjee Ambient Noise Level around an integrated Iron & Steel works, *Bulletin of National Institute of Ecology*, 2006, 32(4), pp.144–146.