УДК: 625.7:504.06

Ласлов С.В., м. Київ, Україна

Національний транспортний університет

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Останні десятиріччя стрімко зростає рівень акустичного забруднення від автомобільного транспорту. Це пояснюється значним ростом інтенсивності автомобільного руху, загальним зростанням потужності двигунів автомобілів та збільшенням швидкостей руху. Задача, яка розглядається в даній роботі, є складовою соціальної проблеми захисту навколишнього середовища від транспортного шумового забруднення оточуючого середовища.

Задача зниження впливу шуму автомобільного транспорту на оточуючу територію сьогодні розглядається в проектах будівництва і реконструкції автомобільних доріг.

У населених місцях, прилеглих до автомобільної дороги проектуються заходи шумозахисту: додаткове озеленення, шумозахисні екрани тощо.

Шум від руху транспортних засобів в основному виникає від трьох чинників: вихлопних труб, двигунів транспортних засобів та шин, що взаємодіють з дорожнім покриттям. Кожен з цих чинників відтворює звукову енергію, яка, в свою чергу, є джерелом рухомих та вібруючих звукових хвиль – коливань атмосферного тиску. Через значний розкид, тиск звука вимірюється по логарифмічній шкалі (рис. 1).

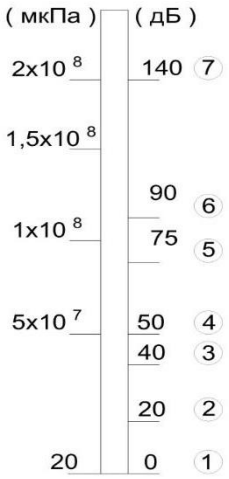

Рис.1. Логаріфмічна шкала

На цій шкалі значення 0 дБ дорівнює рівню звукового тиску (SPL) 20 мкПа та відповідає порогу слуху для більшості з людей. Значення 140 дБ дорівнює SPL 2 x 108 мкПа та є порогом больового відчуття для більшості людей.

У випадку транспортного потоку, що рухається автомобільною дорогою на мості, інтенсивність шумового навантаження стає ще більшою в силу двох причин: резонансних явищ конструкції моста та значної висоти джерела шуму.

Науковцями зазначається, що шум від транспорту на мостах є більш інтенсивним ніж шум наземної дороги і покриває більшу територію. Для цього на автомобільних дорогах проєктуються різні типи шумозахисних екранів, які наведені на рис. 2-5.



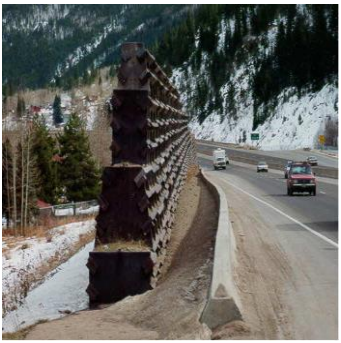


Рис. 2 – 5. Типи шумозахисних екранів

Було проведено масштабні експериментальні вимірювання акустичної ефективності шумозахисних параметрів екранів, що розташовані на автомобільних дорогах Київської, Житомирської, Волинської, Рівненської, Львівської областей.

Для вимірювання проведено наступне обладнання: шумомір Октава 110А, електронна погодна станція типу WM-918, анемометр крильчатий АСО-3, рулетка ЗПК3-20АУТ/1.

Процес експериментальних дослідження шумозахисних екранів на автомобільних дорогах наведено на рис. 6.

Рис. 6. Процес експериментальних дослідження шумозахисних екранів на автомобільних дорогах

У процесі досліджень встановлено характерні пошкодження шумозахисних екранів у вигляді вигинання, розривів та проломів (рис. 7-8), що призводять до зменшення акустичної ефективності та втрати естетичного вигляду.

Рис.7 – 8. Пошкодження шумозахисних екранів у вигляді вигинання, розривів та проломів

Встановлено, що виконання стічного отвору «класичним» способом призводить до зменшення акустичної ефективності ШЗЕ у районі 3–6 м біля даного отвору на 1–3 дБА, а наявність зазору між екранами призводить до зниження акустичної ефективності ШЗЕ на 1–3 дБА.

Розрахунок еквівалентного рівня шуму від транспортного потоку на відстані 7,5 метра від осі найближчої смуги руху з покриттям із дрібнозернистого асфальтобетону на відрізку з нульовим нахилом, що обчислюється за формулою (1).

$$L = 50 + 8.8LgN \quad (1)$$

У залежності від стану поверхні, над якою розповсюджується шум і віддалення точки відліку від осі смуги руху визначається величина поправки за формулою (2).

$$L = 10 \times KpLg \frac{L + Lм - 7.5}{Lм} + \frac{\alpha \cdot 1}{100} \quad (2)$$

При цьому ефективна висота укосу виїмки визначається за формулою (3).

$$hээ = \frac{l(H - h1) - (k + m)(H - h1 + h2)}{\sqrt{l2 + (H - h1 + h2)^2}} \quad (3)$$

Точка виміру шуму повинна бути видалена від краю виїмки на відстані не менше глибини цієї виїмки за формулою (4).

$$\left(k + m + H\right) \le l \quad (4)$$

Запропонований алгоритм дозволяє оцінити рівень транспортного шуму в придорожній смузі населених пунктів, із

врахуванням впливу перспективної інтенсивності руху, поздовжнього та поперечного профілю дороги, відстані між автомобільними дорогами і наявними шумозахисними об'єктами, експлуатаційним станом проїзної частини та середньою швидкістю руху потоку.

У результаті експериментальних вимірювань шумового навантаження від транспортного потоку на 238 км автомобільної дороги Київ-Чоп встановлено, що еквівалентний рівень звуку на відстані 1 м перед шумозахисним екраном становить 88,6 дБА, а максимальний рівень звуку на відстані 1 м перед шумозахисним екраном становить 103,9 дБА. Також було встановлено, що еквівалентний рівень звуку на відстані 2,4 м за шумозахисним екраном становить 70,7 дБА, а максимальний рівень звуку на відстані 2,4 м за шумозахисним екраном становить 89,8 дБА.

Встановлено, що еквівалентний рівень звуку на території безпосередньо прилеглої до житлової забудови (2 м) становить 74,4 дБА, а максимальний рівень звуку на території безпосередньо прилеглої до житлової забудови (2 м) становить 78,0 дБА.

Встановлено, що виміряний еквівалентний рівень шуму на відстані 2 м від житлової забудови не відповідає встановленому нормативному рівню шуму для житлової забудови в денний час доби з 7:00 до 23:00.

Встановлено, що в однакових умовах експлуатації сухих відрізків автомобільних шляхів, але з різними типами покриття,

формування шуму виникає по-різному. Різниця загального рівня шуму може досягати 7,5 дБ.

За результатами експериментальних досліджень запропоновано наступні рекомендацій щодо підвищення шумозахисних властивостей та міцності екранів, а саме:

- необхідно застосовувати матеріал для ШЗЕ, який буде значно стійкішим до негативного впливу довкілля та мати значно вищі антивандальні властивості;

- ШЗЕ мають виконуватися раціонально, тобто за можливістю повинні максимально геометрично відокремлювати захищуваний об'єкт від джерел шуму;

- ШЗЕ по всій своїй довжині не повинні мати штучно створених щілин, отворів тощо, які є потужними джерелами вторинного шуму;

- стічний отвір повинен мати спеціальний клапан, який би не пропускав шум;

- у місцях розвороту автомобілів на автомагістралях необхідно передбачити збільшення відстані ШЗЕ від магістралі, щоб не допустити руйнування ШЗЕ довгомірними транспортними засобами під час розвороту.

Пропонується шумопоглинаючу конструкцію, що складається з металевого (сталевого) листа та листового скла.

Скло в даній конструкції знаходиться зовні та захищає від негативних впливів довкілля: ультрафіолетового випромінювання, температурних перепадів, дощу, снігу тощо.

Високі акустичні властивості забезпечуються за рахунок унікальних акустичних властивостей скла. Скло поглинає

звукову енергію у широкому діапазоні частот, і що особливо важливо – навіть в області низьких частот.

Тому найбільш економічно вигідно для звукоізоляції від транспортного шуму використовувати шумозахисні екрани виготовлені із скла.

Одним з найбільш ефективним способів захисту сельбищної території від транспортного шуму є будівництво будинків-екранів вздовж транспортних магістралей.

На рис. 9 показано зниження рівня звуку за будинком-екраном (без врахування затухання звуку з відстанню). Цифри на кривих рівних рівнів показують зниження рівня звука (дБА) у порівнянні з рівнем на транспортній магістралі.

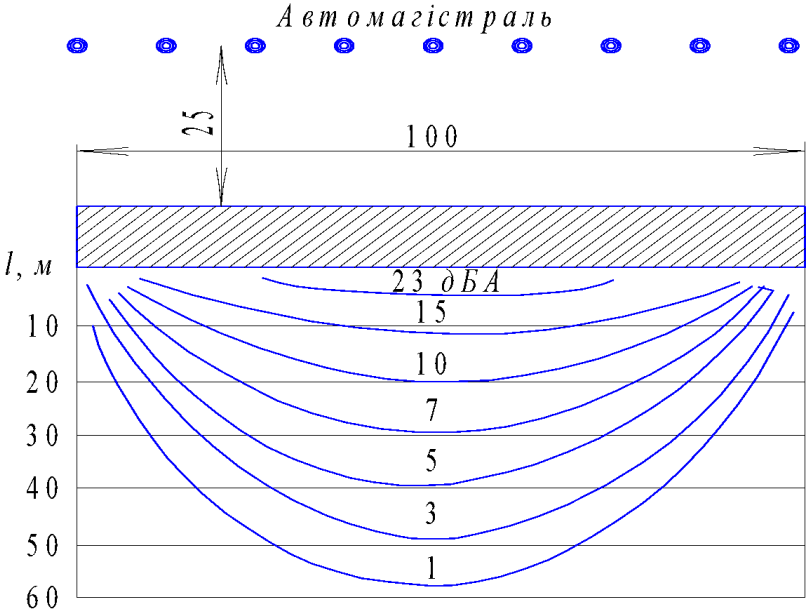

Рис.9 Зниження рівня звуку за будинком

Для виявлення шумового режиму на території забудови в цілому і за окремими ділянками мікрорайонів також можна використовувати карти шуму, що являють собою криві рівних рівнів, нанесені на схему плану; вони характеризують зменшення рівня шуму при віддаленні від магістралі.

Такі карти отримані в результаті експериментальних досліджень в натурі та на моделях для більшості характерних планувальних схем.

При проектуванні екранів на мостах, шляхопроводах і віадуках необхідно враховувати додаткове навантаження, яке буде передаватись на штучну споруду від шумозахисного екрану (додаткова вага, додаткові вітрові та снігові навантаження.

Висновки:

У роботі вирішена актуальна науково-технічна задача, а саме проведено експериментально-теоретичні дослідження параметрів шумозахисних екранів при дії шумових навантажень від автомобільних доріг. У результаті чого отримано такі висновки:

1. 1. За удосконаленою моделлю оцінювання транспортного шуму від автомобільних доріг в придорожній смузі при дії шумового навантаження від транспортного потоку, встановлено, що в однакових умовах експлуатації сухих ділянок автомобільних доріг, але з різними типами покриття, формування шуму виникає по-різному. Різниця загального рівня шуму може досягати значень у 7,5 дБа. Загальний рівень шуму в

придорожній смузі залежить, від величини поздовжнього ухилу і середньої швидкості потоку.

2. За результатами проведених експериментальних досліджень акустичної ефективності шумозахисних екранів на ділянках автомобільних доріг загального користування із врахуванням технічного стану екранів отримано, що еквівалентний рівень звуку на території безпосередньо прилеглої до житлової забудови (2 м) становить 74,4 дБА, а максимальний рівень звуку на території безпосередньо прилеглої до житлової забудови (2 м) становить 78,0 дБА. Встановлено, що наявність зазору між екранами призводить до зниження акустичної ефективності шумозахисних екранів, а наявність стічного отвору у шумозахисному екрані – до зменшення акустичної ефективності шумозахисного екрану в районі 3–6 м біля даного отвору на 1–3 дБА.

3. Розроблено рекомендації для ефективного проектування шумозахисних екранів на автомобільних дорогах із врахуванням забезпечення вимог щодо безпеки руху транспорту і охорони навколишнього природного середовища та оптимального визначення витрати на влаштування шумозахисних екранів на автомобільних дорогах та штучних спорудах.

Література:

1. “Acoustics - Attenuation of Sound During Propagation Outdoors - Part 1: Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere.” International Organization for Standardization,

ISO 9613-1:1993. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1993.

2. “Acoustics - Attenuation of Sound During Propagation Outdoors - Part 2.” International Organization for Standardization, ISO/DIS 9613-2:1996. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1996.
3. Anderson, G. A., C. S. Y. Lee, G. G. Fleming, and C. W. Menge. FHWA Traffic Noise Model (FHWA TNM), Version 1.0: User’s Guide. Report FHWA-PD-96-009. John A. Volpe National Transportation Systems Center, Acoustics Facility, Cambridge, Mass., Jan. 1998.
4. Banerjee, D.: Ambient Noise Level around an integrated Iron & Steel works, Bulletin of National Institute of Ecology, 2006, 32(4): 144 – 146.
5. Banerjee, D.; Chakraborty, S. K.: Ambient Noise Quality around Sensitive areas in Asansol City, West Bengal, India. Indian J. Environ. & Ecoplan. 2005, 10 (3): 907 – 910
6. Banerjee, D.; Chakraborty, S. K.: Monthly variation in Night Time noise level in residential areas of Asansol City, Journal of Environmental Science & Engineering,2006, 48 (1): 39 – 44.
7. Bolt Beranek and Newman. NCHRP Report 173: Highway Noise: Generation and Control. TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1976.
8. C. F. Chien and W. W. Soroka: "A note on the calculation of sound propagation along an impedance boundary," J. Sound and Vibration. 69, 340-343 (1980)

9. M. E. Delany and E. N. Bazley: "Acoustical properties of fibrous absorbant
10. materials," Applied Acoustics. 3, 105-116 (1970)
11. Butler, G.F., 1974, “A note on improving the attenuation given by a noise barrier”, Journal of Sound and Vibration, 32(3), pp367-369.
12. Canter, L. W.: Environmental Impact Assessment. Mc-Graw-Hill: New York, 1996, 304-340.
13. Central Pollution Control Board. Noise Pollution Regulation in India, CPCB, New Delhi, 2001.
14. D.C.Hothersall,S.N.Chandler-Wilde,andN.M.Hajimirzae.Efficiency of single noise barriers.Journal of SoundandVibration,146(2):303–321,1991.
15. Dr M. Bite: Effective noise reduction by a new shaped barrier, Inter Noise 2000, 27-30.August 2000, Nice
16. Dr.P.Scarano: Sperimentazione fonometrica su barriere basse ravvicinate. Instituto Sperimentale Laboratorio di Acustica Ferrovie dello Stato, Roma, 1996.
17. Dunn, I.P. and Davern, W.A., 1986, “Calculation of acoustic impedance of multi-layer absorbers”, Applied Acoustics, 19, pp321-334.
18. Evans E.J., Bazley E.N. The absorption of sound in air at audio frequencies. // Acustica. 1956. V.6. P.238-244.
19. Fiedler,C: Abschirmwande mit absorbierender Ver Kleidung - Modellmessungen zur Verbesserung der Abschirmwirkung von Schallschirmen - Zeitschrift fur Larmbekampfung. 30.k. 6.sz. 177-181.p. 1983.