

## МОНІТОРИНГ СУЧАСНИХ БІОПОЗИТИВНИХ ШУМОЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна*

*Стаття присвячена моніторингу сучасних біопозитивних шумозахисних конструкцій. Встановлені обабіч магістралей густонаселених районів міст вони захищають від шуму, дорожнього пилу та бруду прилеглі будинки, місця скупчення людей (зупинки громадського транспорту, парки), обмежують видимість приватної власності, неестетичність пейзажів (звалища, промзони, залізничні колії, неблагополучні райони). Показано, що установка таких конструкцій є економічно обґрунтованою та інвестиційно привабливою.*

**Постановка проблеми.** Серед усього розмаїття дестабілізуючих факторів, що впливають на людину, одним з найпоширеніших і значущим є акустичні шуми, захист від яких стає актуальною проблемою для всіх розвинених країн світу [1]. Одним із основних джерел шуму в місті - автомобільний транспорт, інтенсивність руху якого із року в рік постійно зростає. Найбільші високі рівні шуму 90-95 дБ відзначаються на вулицях міст з середньою інтенсивністю руху 2-3 тис. і більше транспортних одиниць на годину. Шум, що виникає на проїжджій частині магістралі, розповсюджується не тільки на при магістральній території, але й углиб житлової забудови (рис. 1).

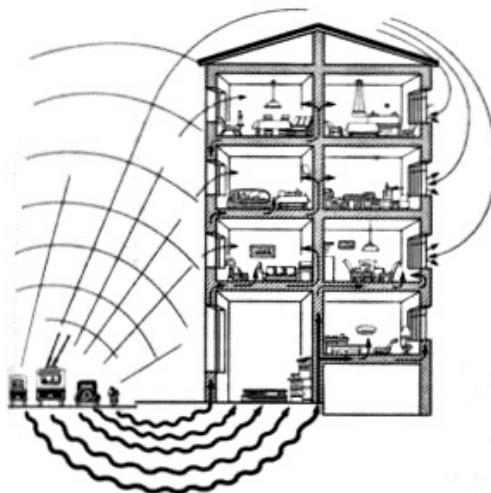


Рис. 1. Вплив шумових хвиль на будівлі, що стоять біля магістралі

За останній час середній рівень шуму, що генерується транспортом, збільшився на 12-14 дБ. Згідно ГОСТ 19358-85 «Зовнішній і внутрішній

шум автотранспортних засобів», рівень шум не повинен перевищувати 60 дБ. Вимірювання показують, що рівень шуму перевищує допустимі межі на 15-20 дБ [2]. За даними експертів, рівень шуму у великих містах щорічно зростає в середньому на 1 дБ. Якщо ще в середині 80-х років минулого століття він знаходився в межах нешкідливою для здоров'я людини норми у 80 дБ вдень і 40 дБ вночі, то зараз рівень шуму вулиці переступив поріг в 100 дБ у світлий час доби і впритул наблизився до 80 дБ в темний час доби. Ось чому проблема боротьби з шумом в місті набуває все більшої актуальності [3].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Серед джерел, що створюють несприятливий для людини шумовий фон, можна виділити декілька найбільш потужних (рис. 2). Насамперед, це автомобільний транспорт. На великих транспортних артеріях міста з інтенсивністю руху більше 2 тисяч автомобілів на годину шум досягає 95 дБ, тобто на 15 дБ перевищує безпечний для людини рівень шуму і на 45-50 дБ - комфортний. Значний відсоток шуму на вулицях промислових міст вносить великовантажний обладнаний дизельними двигунами транспорт. Від звуків жвавих автомагістралей страждають не тільки мешканці будинків, розташованих у безпосередній близькості, шум поширюється на значну відстань вглиб житлової забудови (рис. 1).

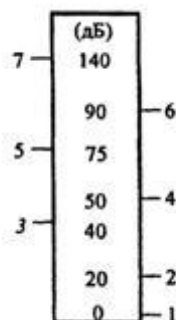


Рис. 2. Шкала рівнів звуку: 1 - межа чутності; 2 - шелест листя; 3 - «спальний» район вночі; 4 - ресторан без музики; 5 - безперервний транспортний потік на відстані 30 м; 6 - реактивний літак на висоті 300 м; 7 - больовий поріг

У другій від автодороги лінії будівель шум може досягати 70 дБ. Як показують виміри, при відкритих вікнах рівень шуму в приміщенні всього лише на 12-15 дБ менше, ніж на вулиці. Зниження міського шуму може бути досягнуто за допомогою установки шумозахисних екранів [4] сучасних біопозитивних шумозахисних конструкцій [5-7]. Вони дозволять знизити рівень шуму від транспортних потоків на розглянутих територіях до допустимих значень.

**Метою роботи** є моніторинг сучасних біопозитивних шумозахисних конструкцій, як найбільш ефективних способів та заходів щодо зниження рівня звукового тиску, створюваного міським транспортом.

**Виклад основного матеріалу.** Відомо [7], що сучасна шумозахисна стіна (екран) складається з двох залізобетонних елементів - стійок і плит, з'єднаних таким чином, щоб після монтажу утворилися порожнини, які заповнюються ґрунтом з частково відкритими для озеленення поверхнями. У ґрунт висаджують різноманітні трави, квіти, в'юнкі рослини, кущі, невеликі дерева.

Ефект гасіння шуму в таких стінах (екранах) складається з декількох чинників (рис. 3):

1. Подовження шляху звукового променя від джерела шуму (двигуна автомобіля, тощо) до об'єкта - зовнішній стіні будівлі. Зазвичай це подовження найбільше позначається на гасінні шуму для нижніх поверхів, для яких воно найбільш актуально.

2. Невелике затухання шуму в масивному ґрунтовому заповненні екрану.

3. Переорієнтація звукових хвиль у просторі внаслідок нерівної поверхні екрану.

4. Поглинання звукових коливань рослинністю на поверхні екрану; особливо ефективно суцільне озеленення верху екрану, що утрудняє проходження звукового променя, який огинає екран зверху.

5. Висота екрану і наявність зверху нього козирка, що подовжує шлях звукового променя, є актуальним.

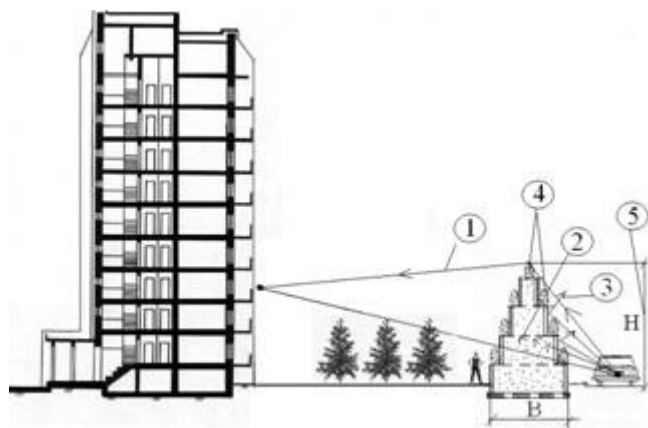


Рис. 3. Схема шумозахисту: 1 - довгий шлях звукового променя від двигуна автомобіля; 2 - загасання шуму в масиві ґрунта; 3 - переорієнтація звуку нерівною поверхнею екрану; 4 - загасання за рахунок озеленення зверху і лицьової поверхні; 5 - вплив висоти екрану

За принципом роботи шумозахисні конструкції діляться на:

а) вільно стоячі (рис. 4), що виконуються з бездонних залізобетонних коробів (ємностей), які заповнені рослинним ґрунтом і мають на бічних поверхнях відкриті ділянки ґрунту для висаджування рослин. Залізобетонні короба можуть мати різну форму, з метою отримання вільних горизонтальних ділянок ґрунту: бічні «кишені», консольні виступи, що надають можливість створити досить виразну лицьову

поверхню. Неплоска лицьова поверхня стінки переорієнтує і розбиває звукові потоки. Необхідність влаштування під цими екранами фундаментів з наскрізними прорізами сприяє контактуванню ґрунту всередині екранів з природним ґрунтом, дозволяючи корінню рослин вільно проникати в товщу природного ґрунту;

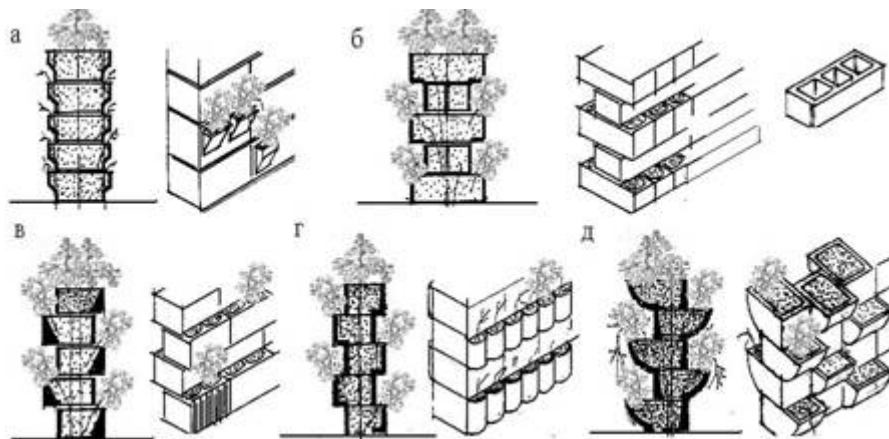


Рис. 4. Вільно стоячі біопозитивні шумозахисні екрани: а - з бічними «кишенями» для озеленення; б-д - зі зрушенням елементів для утворення відкритих поверхонь ґрунту

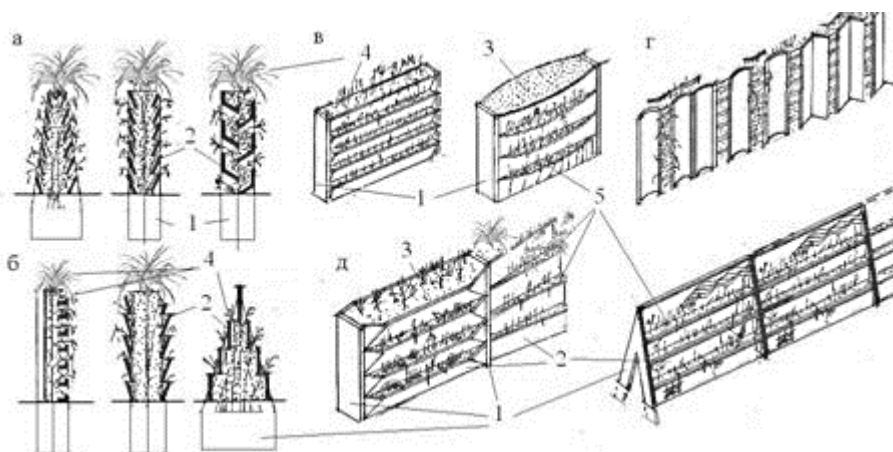


Рис. 5. Контрфорсні стіни: а, б - вертикальний розріз; в-д - перспективне зображення; 1 - плоскі контрфорси; 2 - лицьові плити різної форми (плоскі і оболонки); 3 - ґрунт; 4 - озеленення; 5 - плоска поверхня відкритого ґрунту

б) контрфорсні (рис. 5), що складаються з вертикальних залізобетонних контрфорсів, до яких прикріплені горизонтальні плити або оболонки, що утворюють заповнені ґрунтом порожнини з відкритими ділянками ґрунту. Плоскі залізобетонні контрфорси встановлюють через 4-6 м по довжині стіни. У пази на бічних поверхнях контрфорсів монтують лицьові плити, які можуть мати рельєфний малюнок на поверхні. Контрфорси закладаються в ґрунт або в стовпчасті фундаменти. Контрфорсні стінки можуть мати невелику товщину (40-60 см), що дозволяє рекомендувати такі конструкції для установки в місцях розташування захисних будівель поруч з магістралями;

в) гравітаційні (рис. 6), що представляють собою терасовані за допомогою залізобетонних конструкцій (плит, коробів) споруди. Вони утримують масиви ґрунту з досить великою шириною в підставі (до 4-8 м), на терасах яких висаджені різні рослини (квіти, чагарники, дерева та ін.).

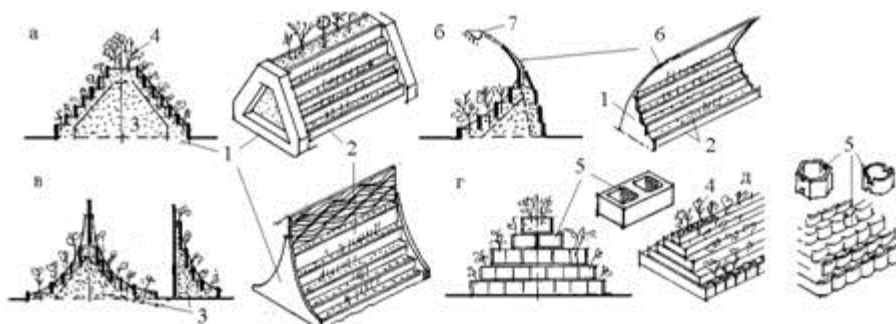


Рис. 6. Масивні (гравітаційні) біопозитивні шумозахисні стіни (екрани): а-в - з масивними контрфорсами для кріплення горизонтальних плит; г, д - з бездонних ящиків з рельєфною лицьовою поверхнею; 1 - контрфорси; 2 – лицьові, що утримують ґрунт плити; 3 - ґрунт; 4 - озеленення; 5 - просторові блоки; 6 - козирок для поліпшення гасіння шуму; 7 - ліхтар

Для створення терас можна встановити плоскі рами з кроком 4-6 м, в пази на бічній поверхні яких змонтувати плоскі плити висотою до 60 см. Внутрішній простір заповнюється ґрунтом з ущільненням (щоб не було значної осадки після поливу), потім на горизонтальних терасах висаджують рослини. Для гарного росту рослинності на шумозахисних екранах необхідний періодичний полив за допомогою спеціально обладнаних машин.

З метою ефективного очищення забрудненого повітря в місці його максимального забруднення (між шумозахисними екранами всередині своєрідного «коробу», утвореного екранами і проїжджою частиною), пропонується принципово нові інноваційні екрани [7]. Моделі шумозахисних стін були випробувані на вплив одностороннього шуму, створюваного генератором шуму в умовах інституту «Зеленоградпроект» [7]. Розроблені типові форми екранів показали хороші шумозахисні властивості. Ефект гасіння шуму таких стін покращується за рахунок загасання шуму в масивному ґрунтовому заповненні екрану, переорієнтації звукових хвиль у просторі внаслідок нерівної поверхні екрану, поглинання звукових коливань рослинністю на поверхні екрану; особливо ефективно суцільне озеленення зверху екрану, що утрудняє проходження звукового променя, який огинає екран зверху (рис. 2). Такі озеленені екрани рекомендується встановлювати обабіч основних транспортних магістралей великих міст. Основні елементи конструкцій такого типу виконуються із збірного залізобетону класу бетону В25. За особливостями конструкції запропоновані інститутом «Зеленоградпроект» екрани діляться на наступні: тип 1 виконується з об'ємних елементів прямокутного перерізу з фактурним облицюванням зовнішніх поверхонь (рис. 7). Додаткові

переваги цього типу полягають у простоті виготовлення залізобетонних елементів в заводських умовах і у великій кількості варіантів установки екранів. Типи 2 і 3 виконуються з елементів більш складної форми.

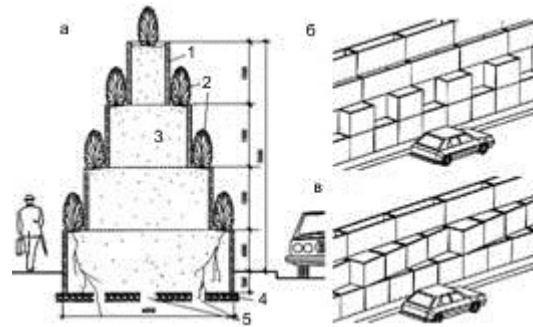


Рис. 7. Екран (тип 1) зі збірних бездонних ящиків з декоративною обробкою: а - розріз; б, в - варіанти монтажу; 1 - ящики; 2 - рослини; 3 - ґрунт; 4 - підстава; 5 - прорізи для коренів рослин і проходу вологи

Ускладнення форми дозволяє зменшити ширину екрану в плані, створює більш рельєфну поверхню екрану, що сприяє кращому поглинанню звуку, покращує зовнішній вигляд конструкцій, але ускладнює виготовлення елементів в заводських умовах і обмежує можливість варіювання (рис. 8).

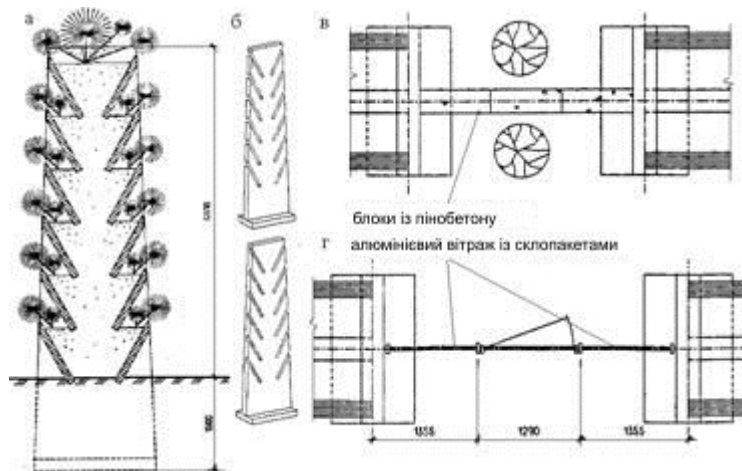


Рис. 8. Екрани типу 7: а - поперечний розріз; б - загальний вигляд стійок; в, г – варіанти екранів у місцях перепадів по висоті з заповненням штучними блоками або скляними вітражами

Екрани типу 7 характеризуються мінімальною шириною, тому їх можна встановлювати поблизу проїжджої частини, що близько примикає до існуючих будівель. Крок контрфорсів приймають зазвичай не більше 4 м з умови забезпечення міцності і тріщиностійкості тонких лицьових плит при їх розрахунку на згин в площині. При вигині в площині жорсткість таких плит достатньо висока, тоді як при вигині з площини при товщині плит 100 мм їх жорсткість мала. Лицьові плити таких екранів рекомендується виготовляти з декоративним малюнком на бетоні,

отриманому в результаті установки декоративних пластикових вкладишів в опалубку перед бетонуванням. Однією з різновидностей екрану типу 7 є екран, в якому основний несучий елемент - вертикальні залізобетонні стіни, забиті в фундамент (рис. 9).

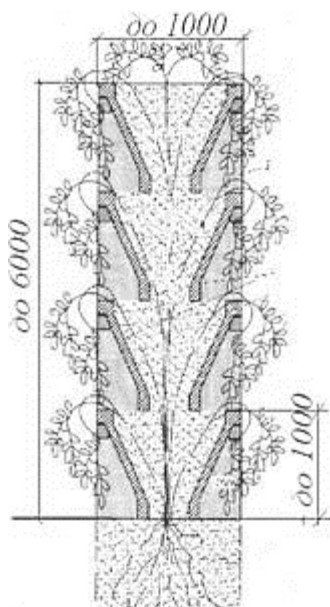


Рис. 9. Екран з похилими лицьовими плитами

Озеленені шумозахисні конструкції рекомендується застосовувати в умовах інтенсивного транспортного руху на магістралях поблизу щільнозабудованих територій [6]. В наведених конструкціях рослини, що закріплені на вертикальних і горизонтальних поверхнях або у вигляді суцільного килима, покращують: склад повітря, очищаючи його від забруднень; мікроклімат; забезпечують існування мікроорганізмів; створюють звукозахист; візуальне сприйняття зовнішнього вигляду споруд.

**Висновок.** Моніторинг сучасних біопозитивних шумозахисних стін, встановлених обабіч магістралей густонаселених районах міст, показує, що вони захищають від шуму та дорожнього пилу та бруду прилеглі будинки, місця скупчення людей (зупинки громадського транспорту, парки), перехожих від уламків в момент виникнення ДТП, обмежують видимість приватної власності, неестетичність пейзажів (звалища, промзони, залізничні колії і депо, неблагополучні райони). Установка таких конструкцій є економічно обґрунтованою та інвестиційно привабливою.

## Література

1. Соловьев Л.П. Состояние системы мониторинга эколого-экономических систем [Текст] / Л.П. Соловьев // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. - № 1. – С. 15-19.

2. Фильков Д.Е. Исследование акустической среды города Муром [Текст] / Д.Е. Фильков // Современные наукоемкие технологии. - 2014. - №5. - С. 108-109.

3. Калиниченко М.В. Некоторые аспекты применения резонансных поглотителей на урбанизированных территориях [Текст] / М.В. Калиниченко // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. - № 4. – С. 18-24.

4. Трохименко Н.А. Акустическое благоустройство строительных объектов и территорий [Текст] / Н.А. Трохименко // Буд. конструкції. – 2014. – Вип. 81. – С. 216-223.

5. Никифоров Л.Л. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Л.Л. Никифоров, В.В. Персиянов. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К”, 2015. – 496 с.

6. Тетиор А.Н. Экологичные подпорные и шумозащитные стены. Учебное пособие. – М.: МГУП, 2006. - 175 с.

7. Альбом «Конструкции озеленяемых экранов вдоль транспортных магистралей». – М.: ГУП «Зеленоградпроект», 1996. - 20 с.

## **МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННЫХ БИОПОЗИТИВНЫХ ШУМОЗАЩИТНЫХ СТЕН**

*С. О. Семеняко, С. А. Теренчук*

Статья посвящена мониторингу современных биопозитивных шумозащитных стен и показывает, что они защищают от шума, дорожной пыли и грязи соседние дома, офисы, производственные площадки, места скопления людей (общественный транспорт, парки), прохожих из-под обломков в момент дорожных аварий, ограничивают видимость частной собственности, не эстетичность пейзажей (свалки, промышленные зоны, железнодорожные пути, неблагополучные районы). Установка таких конструкций экономически обоснована и инвестиционно привлекательна.

## **MONITORING OF MODERN BIO POSITIVE NOISE PROTECTIVE WALLS**

*S. Semenyako, S. Terenchuk*

The article is devoted monitoring of modern bio positive noise protection walls and shows that they protect against noise, dust and dirt road adjacent homes, offices, production facilities, public places (public transport, parks), passers-by from the wreckage at the time of road accidents, restrict visibility of private property, not aesthetic landscapes (landfills, industrial areas, railways, disadvantaged areas). Installation of such structures economically feasible and attractive investment.