

В.Е. Абракітов, О.С. Скрипник, С.В. Нестеренко

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ШУМОЗАХИСНІ ЕКРАНИ ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ ШУМОВОГО РЕЖИМУ

Одним з факторів, що негативно впливають на навколишнє середовище, є шум. Шум може негативно впливати на здоров'я людини. Метою наших досліджень стало визначення ефективних заходів шумозахисту робочих місць. Визначено, що найбільш ефективним заходом є так звані шумозахисні екрани. Вони і стали темою нашого дослідження. Нами були вивчені системи класифікацій шумозахисних екранів. Вони поділяються залежно від таких параметрів: за способом дії; за геометричною формою; за обрисом в плані; за методом улаштування, за матеріалом. Переваги чи недоліки двох нижченаведених схем визначити неможливо (себто немає сенсу). Вони приймаються як даність. Здійснено розгляд багаторазових відбиттів від джерела шуму, що розташовано в вузькому коридорі між акустичним екраном та іншою перешкодою. Для спрощення можна прийняти розташування джерела шуму безпосередньо на поверхні ґрунту: точка джерела шуму вдало апроксимується розташуванням безпосередньо на поверхні ґрунту; відстань між цією поверхнею та дійсним місцем розташуванням дуже мала, легко піддається обчисленню, і завжди може бути подальше введена в розрахунок як незначна додаткова корекція. Звуковий промінь падає на екран, та відбивається від того екрану під тим же самим кутом θ . Нами запропоновано «видаляти» звуковий промінь, спрямовуючи його до неба над протилежно стоячим екраном після першого ж відбиття.

Ключові слова: шумозахист, багаторазові відбиття, акустичний екран, боротьба з шумом, моделювання.

Постановка проблеми

Одним з факторів, що негативно впливають на навколишнє середовище, є шум. Шум може негативно впливати на здоров'я людини. Дослідженням зашумованих об'єктів, а також розробкою методів і засобів зниження їхньої акустичної активності, зайнято сьогодні багато фахівців в Україні й за рубежом. В останні 10 років, проблема боротьби із шумом на близько розташованих до джерел шуму виробничих і житлових територіях стає все гостріше. Високі темпи механізації й індустріалізації робіт, технологічних процесів, збільшення швидкості, енергоємності, продуктивності, і потужності застосовуваного устаткування незмінно супроводжуються збільшенням шуму і вібрації.

Мета даної роботи

Метою наших досліджень стало визначення ефективних заходів шумозахисту робочих місць.

Конкретизацію об'єкта дослідження наведено на рис. 1.

Визначено, що найбільш ефективним заходом є так звані шумозахисні екрани. Вони і стали темою нашого дослідження.

Виклад основного матеріалу

Нами були вивчені системи класифікацій шумозахисних екранів (рис. 2).

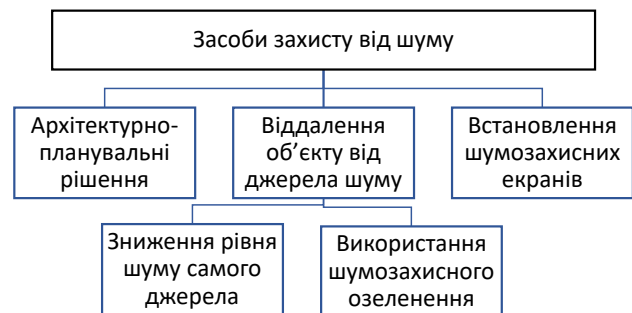


Рис. 2. Розглядувані засоби захисту від шуму

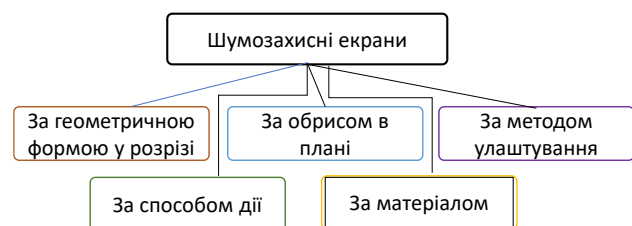


Рис. 2. Систематизація класифікацій шумозахисних екранів



Рис. 3. Класифікація шумозахисних екранів за матеріалом

Вони поділяються залежно від таких параметрів: за способом дії; за геометричною формою; за обрисом в плані; за методом улаштування, за матеріалом.

Переваги чи недоліки двох нижченаведених схем визначити неможливо (себто немає сенсу). Вони приймаються як даність.

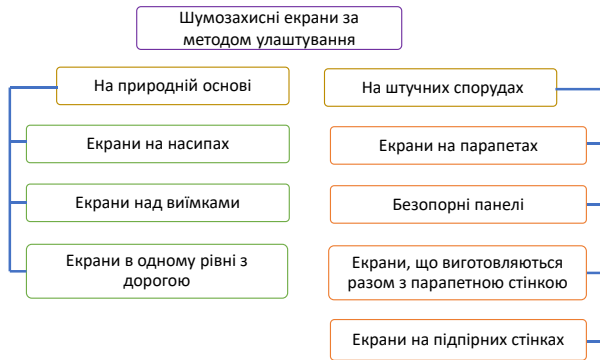


Рис. 4. Класифікація шумозахисних екранів за методом улаштування

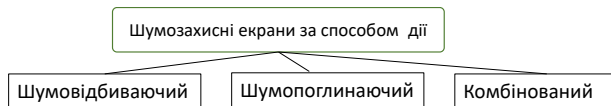


Рис. 5. Класифікація шумозахисних екранів за способом дії

Надалі на кожному з рисунків надано виявлені особисто нами переваги та недоліки тих чи інших конструкцій екранів.

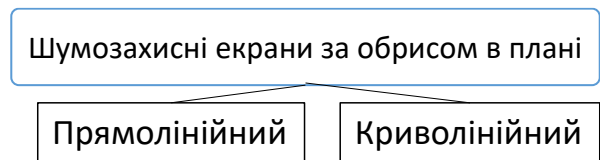


Рис. 6. Класифікація шумозахисних екранів за обрисом в плані

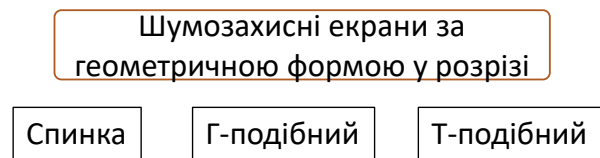


Рис. 7. Класифікація шумозахисних екранів за геометричною формою

Безумовно, слід казати також про розрахунок екранів.



Рис. 8. Визначення ефективності шумозахисного екрану-стілки

$\Delta L_{\text{екр}}$ – знаходять за графіком в залежності від числа N (число Френеля)

$$N = \frac{2\delta}{\lambda}$$

δ – різниця довжин шляхів звукового променя, м; визначається графічним методом;

λ – розрахункова довжина звукової хвилі, яку приймають 0.84м;

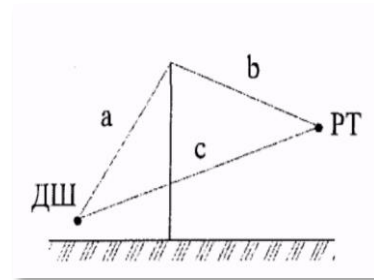


Рис. 9. Графічний метод знаходження елементів формули для δ

$$\delta = a + b - c$$

a – найкоротша відстань від ДШ до краю екрану;

b – найкоротша відстань від РТ до краю екрану;

c – найкоротша відстань від РТ до ДШ;

ДШ – Джерело шуму, приймається на середині самої віддаленої полоси руху від екрану і на висоті 1 м від проїзної частини;

РТ – розрахункова точка, приймається на відстані 2 м від краю будівлі і на висоті середини вікна першого поверху.

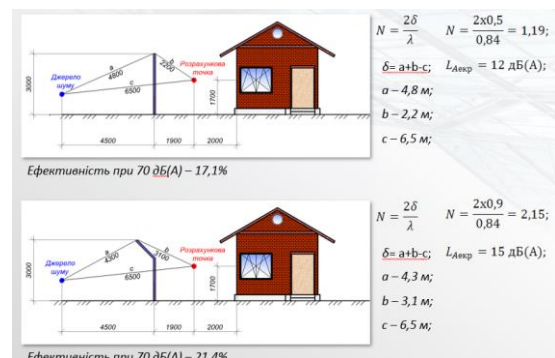


Рис. 10. Визначення ефективності шумозахисного екрану-стілки (приклад розрахунку з геометричними параметрами розмірів a , b , c)

Розгляд багаторазових відбиттів від ДШ, що розташовано в вузькому коридорі між акустичним екраном та іншою перешкодою.

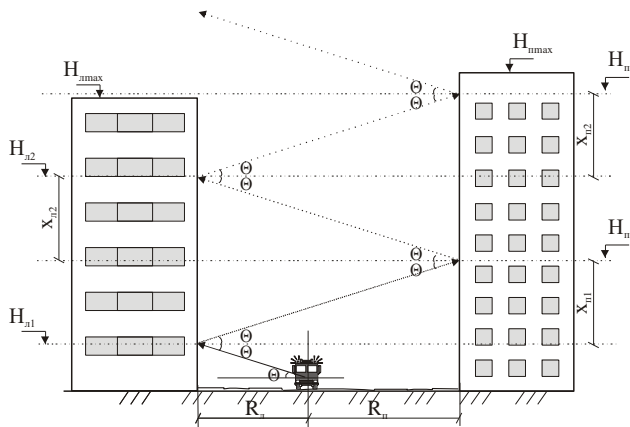


Рис. 11. Приклад ДШ, що розташовано в вузькому коридорі між акустичним екраном та іншою перешкодою

Розглянемо найбільш поширений з інших випадків (рис. 11) та найбільш важливий з точки зору зашумованості. Точки відбиття звукових променів від одного з екранів позначимо індексом л – (лівий); іншого – індексом п – (правий). На додаток в такі індекси також введемо цифрове позначення кожного відбиття: наприклад л2 – друге відбиття від лівого екрану; п1 – перше відбиття від правого екрану, і т.п. Також задля спрощення можна прийняти розташування ДШ безпосередньо на поверхні ґрунту: точка ДШ вдало апроксимується розташуванням безпосередньо на поверхні ґрунту; відстань між цією поверхнею та дійсним місцем розташуванням дуже мала, легко піддається обчисленню, і завжди може бути подалі введена в розрахунок як незначна додаткова корекція: величини $H_{лп}$ та $H_{пп}$ вже враховують розташування ДШ на деякій висоті над поверхнею ґрунту.

ДШ розташоване на відстані $R_л$, м від лівого екрану (що має максимальну висоту $H_{лmax}$) та на відстані $R_п$, м від правого екрану (що має максимальну висоту $H_{пmax}$).

Точка першого відбиття звукового променя, що вийшов з ДШ під кутом θ , на лівому екрані буде розташована на висоті $H_{л1}$. При тому (тут і далі див. рис. 11):

$$\operatorname{tg} \theta = H_{л1} / R_л. \quad (1)$$

Звуковий промінь падає на екран, та відбивається від того екрану під тим же самим кутом θ . (Кут падіння дорівнює θ – це легко довести з геометричної подібності трикутників; кут відбиття згідно закону відбиття дорівнює куту падіння.)

Завжди можливо визначити висоту $H_{л1}$ першого відбиття від екрану (в даному випадку – лівого):

$$H_{л1} = R_л \operatorname{tg} \theta. \quad (2)$$

Слід зазначити, що при умові $H_{лmax} < H_{л1}$ відбиття не відбувається.

Висота першого відбиття того ж променя від іншого екрану (в даному випадку – правого) дорівнює сумі висот первісного відбиття $H_{л1}$ та деякої невідомої величини $x_{п1}$.

$$H_{п1} = H_{л1} + x_{п1}.$$

При тому $x_{п1}$ являє собою катет більш великого трикутника, розташований напроти куту (відбиття) θ . Інший катет – це сума відстаней $(R_л + R_п)$, тобто відстань між двома екранами.

$$x_{п1} = (R_л + R_п) \operatorname{tg} \theta$$

$$H_{п1} = R_л \operatorname{tg} \theta + (R_л + R_п) \operatorname{tg} \theta = (2R_л + R_п) \operatorname{tg} \theta \quad (3)$$

При умові $H_{пmax} < H_{п1}$ відбиття не відбувається.

Висота другого відбиття від лівого екрану дорівнює сумі висот попереднього відбиття $H_{п1}$ та деякої невідомої величини $x_{л2}$.

$$H_{л2} = H_{п1} + x_{л2}.$$

$x_{л2}$ являє собою катет більш великого трикутника, розташований напроти куту (відбиття) θ . Інший катет – це сума відстаней $(R_л + R_п)$, тобто відстань між екранами. Можна побачити, що обидва трикутники, і цей, і попередній, повністю конгруентні.

$$x_{л2} = x_{п1} = (R_л + R_п) \operatorname{tg} \theta$$

$$H_{л2} = (R_л + R_п) \operatorname{tg} \theta + (2R_л + R_п) \operatorname{tg} \theta = (3R_л + 2R_п) \operatorname{tg} \theta \quad (4)$$

При умові $H_{лmax} < H_{л2}$ відбиття не відбувається. За аналогією при умові $H_{пmax} > H_{л2}$:

$$H_{п2} = x_{л2} + H_{л2} = (4R_л + 3R_п) \operatorname{tg} \theta; \quad (5)$$

(при умові $H_{лmax} > H_{л3}$):

$$H_{л3} = (5R_л + 4R_п) \operatorname{tg} \theta; \quad (6)$$

і т. д. За аналогією, якщо розглядати відбиття не від лівого, а від правого екрану, можуть бути виведені абсолютно адекватні формули, в яких (враховуючи дзеркальну симетрію геометричної побудови), просто замінюються відповідні індекси...

На якомусь етапі багаторазове відбиття зупиняється. Це станеться, коли висота однієї з точок відбиття перебільшить висоту одного з екранів. Звуковому променю не від чого більш відбиватися, і він уходить в простір (до неба). Тому при описі кожного відбиття ми надаємо граничні умови його відбування.

Висновки

Нами запропоновано «видаляти» звуковий промінь, спрямовуючи його до неба над протилежно стоячим екраном після першого ж відбиття. Розрахунок за винайденими нами формулами показує, що кут нахилу поверхні, що відбиває звук, в такому разі є дуже великим, та ускладнює побудову споруди (фактично перетворюючи її в піраміду). Винайдені формули дозволяють розрахувати кут відбиття в залежності від числа відбиттів n , і таке число не обов'язково повинне дорівнювати одиниці? Головна мета при тому – як можна зменшити його, але (особливо – на нижчих висотах) ми можемо підібрати якийсь оптимальний компроміс – невеличке число відбиттів та незначний нахил поверхонь, що відбивають звук. Таким чином, можливо влаштувати, (наприклад, за рахунок оптимального розташування начіпних акустичних екранів), поверхні, що відбивають звук, з невеликим нахилом. Кут нахилу таких поверхонь може (і навіть – повинен!) бути неоднаковим по висоті, в кожній розрахунковій точці він може бути розрахований за винайденими нами залежностями.

Література

1. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Київ – 1999. – 32 с.
2. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму».
3. Абракітов В.Э. Использование системного подхода и системного анализа для решения проблемы борьбы с шумом (в рамках обеспечения экологической безопасности окружающей среды) / В.Э. Абракітов, С.Е. Селиванов, Г.М. Жолткевич // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. №849. Сер. Екологія. – Х.: Видавництво ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. – с. 85–89.
4. Борьба с шумом методами звукоизоляции / В.И. Заборов, Л.Н. Клячко, Г.С. Росин. Москва: Стройиздат, 1964. – 122 с.
5. Осипов Л.Г. Звукоизоляция и звукопоглощение: [Учеб. пособие для вузов "Пром. и гражд. стр-во" и "Теплоснабжение и вентиляция"/ Л.Г. Осипов, В.Н. Бобылев, Л.А. Борисов и др.]; Под ред.: Л.Г. Осипов, В.Н. Бобылев. Москва: АСТ, 2004. – 450 с.
6. Пітельгузов М.А. Засоби захисту від шуму та вібрації в машинобудуванні / М.А. Пітельгузов; Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. Луганськ: СНУ, 2003. – 155 с.
7. Порядков В.И. Проектирование малозумных механизмов / В.И. Порядков. Москва: Машиностроение, 1991. – 64 с.

References

1. DSN 3.3.6.037-99. Sanitarii normi virobничого шуму, ultrazvuku ta Infrazvuku. KiYiv – 1999. – 32 s.
2. DBN V.1.1-31:2013 «Zahist teritoriy, budinkiv i sporud vld шуму».
3. Abrakitov V.E. Ispolzovanie sistemnogo podhoda i sistemnogo analiza dlya resheniya problemy borbyi s шумом (v ramkah obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti okruzhayushey sredy) / V.E. Abrakitov, S.E. Selivanov., G.M. Zholtkevich // VIsnik HarkIvskogo natsIonalnogo unIversitetu ImenI V.N. KarazIna. #849. Ser. EkologIya. – H.: Vidavnitstvo HNU Im. V.N. KarazIna, 2009. – s. 85 – 89.
4. Borba s шумом metodami zvukoizolyatsii / V.I. Zaborov, L.N. Klyachko, G.S. Rosin Moskva: Stroyizdat, 1964. – 122 s.
5. Osipov L.G. Zvukoizolyatsiya i zvukopogloschenie: [Ucheb. posobie dlya vuzov "Prom. i grazhd. str-vo" i "Teplosnabzhenie i ventilyatsiya"/L.G. Osipov, V.N. Bobylev, L.A. Borisov i dr.]; Pod red.: L.G. Osipov, V.N. Bobylev. Moskva: AST, 2004. – 450 s.
6. PItelguzov M.A. Zasobi zahistu vld шуму ta vIbratsIYi v mashinobuduvanni / M.A. PItelguzov; ShIdnoukr. nats. un-t Im. V. Dalya. Lugansk: SNU, 2003. – 155 s.
7. Poryadkov V.I. Proektirovanie maloshumnyih mehanizmov. / V.I. Poryadkov. Moskva: Mashinostroenie, 1991. – 64 s.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Харченко В.Ф., Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, України

Автор: АБРАКІТОВ Володимир Едуардович кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – abraitov67@gmail.com

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0583-5122>

Автор: СКРИПНИК Олена Сергіївна кандидат технічних наук, старший викладач Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – elenases2015@gmail.com

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5926-755X>

Автор: НЕСТЕРЕНКО Світлана Володимирівна кандидат технічних наук, старший викладач Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – spriz.72@ukr.net

NOISE PROTECTIVE SCREENS AS MEANS OF OPTIMIZATION OF NOISE MODE

V. Abrakitov, O. Skrypnyk, S. Nesterenko

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

One of factors that negatively influence on an environment is noise. Noise can negatively influence on a health man. Determination of effective measures of noise protection of workplaces became the aim of our researches.

Certainly, that the most more showy measure are the so-called screens. It is significant, it is the most effective entrance of the city. They became the theme of our research. By us were the studied systems of classifications of screens. They are divided depending on such parameters: on the method of action; after a geometrical form; after an outline in a plan; after the method of arranging, on material. Defining advantages or lacks of the two following charts is impossible (id est there is not sense). They are accepted as given. Consideration of frequent is carried out from the source of noise, that it is located in a narrow corridor between an abat-voix and other obstacle. For simplification it is possible to accept the location of source of noise directly on the surface of soil: the point of source of noise is successfully approximated by a location directly on the surface of soil; distance between this surface and very had an actual mestome to the locations, easily yields to the calculation, i always can be a little rather entered in a calculation as an insignificant additional correction. If we consider reflections not from the left, but from the right screen, absolutely adequate formulas can be derived, in which (taking into account the mirror symmetry of geometric construction), the corresponding indexes are simply replaced...

At some stage, the multiple reflection stops. This happens when the height of one of the reflection points exaggerates the height of one of the screens. The sound beam has nothing more to reflect, and it enters the space (to the sky). Therefore, when describing each reflection, we provide boundary conditions for its happening. A voice ray falls on a screen, and reflected from a that screen under the same corner θ . It is suggested to "delete" a voice ray by us, directing him to sky above an oppositely stand-up screen after the first beating back.

Keywords: *noise defence, beating back, abat-voix, fight is frequent against noise, design.*