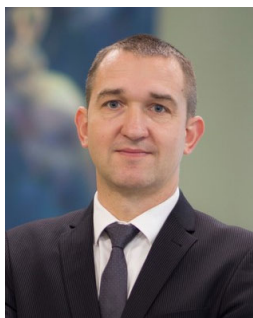


ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛЕКСИГЛАСУ ДЛЯ ШУМОЗАХИСНИХ  
ЕКРАНІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

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](mailto: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](mailto:evgeniy.dorozhko@gmail.com)*

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

**Анотація.** Одним з найефективнішим засобом боротьби з шумовим навантаженням від автомобільної дороги є встановлення шумозахисних екранів вздовж автомобільної дороги. Вони можуть бути з різних матеріалів, різні за конструкцією та геометричними параметрами.

Досить широке розповсюдження на автомобільних дорогах отримали шумозахисні екрани з плексигласу.

Плексиглас є екологічно чистим продуктом на основі поліметилметакрилату. Інша його назва - акрил, і його відносять до виду штучних органічних пластмас. Основа матеріалу - термопластичні акрилові смоли, точніше, одна або кілька похідних карбонової одноосновної кислоти. Це компоненти, що добре пропускають світло.

Хімічна формула акрила та ж, що й у оргстекла -  $(C_5O_2H_8)_n$ , але додатково до його складу входить безліч добавок, що додають структурі термопласту особливі властивості, такі як твердість, гнучкість, стійкість до механічних навантажень і пошкоджень, а також пігментів, потрібних для отримання конкретного кольору [1].

Зараз існує два різновиди матеріалу.

- Plexiglas XT - ця продукція виготовляється із застосуванням екструдера. Під тиском метилметакрилат проходить через формуючий інструмент обладнання, і з розплаву отримуються вироби у вигляді суцільних панелей товщиною не більше 25 мм, а також стрижні, округлі профілі, листи з хвилястою і відбиваючою поверхнею. Такий пластик має підвищену еластичність і гнучкість, його простіше перетворювати в різні форми, але при високій температурі він дає невелику садибу, а міцність його залишає бажати кращого.

- Більш міцним вважається лите акрилове скло Plexiglas GS, отримане за допомогою полімеризації на етапі формування заготовки з акрилу під впливом активатора. Під час цього

хімічного процесу молекули скла шикуються в міцні довгі ланцюги, і таким чином досягається максимальна міцність виробу. Його поширені форми - труби, блоки з різною товщиною, монолітні листи, що відрізняються стійкістю до деформації, агресивних середовищ. Але показники гнучкості у цього виду набагато нижчі, ніж у екструзійного варіанту.

● Загалом акрилове скло має підвищену ударну міцність, яка в 5 разів перевершує цей параметр у звичайного скла. [1]

Відмінні характеристики виробу обумовлені його фізичними властивостями:

- несприйнятливості до дії сонячних променів, відсутності змін кольору та побажання;
- міцність вища, ніж у кварцового скла;
- висока світлопроникність і здатність зберігати тепло завдяки малій теплопровідності;
- стійкість до мікроорганізмів, агресивної хімії, великої амплітуди температур, вологи;
- легкість порівняно зі звичайним склом при мінімальному шарі в 1 мм (вага 1 кв. м становить всього 1,2 кг);
- при горінні виробу з оргстекла не виділяють шкідливих випарів, також матеріал при пошкодженні не утворює небезпечних гострих осколків;
- полімер легко розрізати і надати йому будь-яку необхідну форму;
- матеріал гігієнічний, не вимагає складного догляду, за рахунок того що його поверхня гладка, і на ній не накопичуються бруд і частинки пилу.

Водночас цей чудовий синтетичний матеріал має кілька мінусів: виробу з нього схильні до зовнішніх пошкоджень, а також легко загоряються [1].

**Ключові слова:** шумове навантаження, шумопоглинаючі конструкції, плексиглас, стійкість до зовнішніх факторів, міцність, транспортні засоби.

**Вступ.** Встановлення шумозахисних екранів вздовж автомобільних доріг є одним із найбільш ефективних методів зменшення шумового навантаження, спричиненого дорожнім рухом. Ці екрани можуть мати різні конструкції, геометричні параметри та виготовлятися з різних матеріалів. Зокрема, шумозахисні екрани з плексигласу здобули значну популярність на автомобільних дорогах.

У цій статті ми розглянемо переваги та недоліки використання плексигласу в конструкціях шумозахисних екранів на автомобільних дорогах.

**Проблема та її актуальність.** Проблема використання різного роду матеріалів в будівництві, монтажу шумозахисних екранів на автомобільних дорогах існує значний час. За цей час було випробувано та налагоджено виробництво екранів з різних матеріалів. Проте, досить широкого застосування отримали шумозахисні екрани з плексигласу через свої якості, такі як: легка вага, світлопропускна здатність, швидкий монтаж конструкції тощо.

Але, вже під час експлуатації, виникли ряд запитань до конструкцій з плексигласу [2] - чи достатньо вони міцні, чи дійсно вони достатньо стійкі до зовнішніх факторів.

Актуальність даної роботи обумовлена перш за все наближенням України до Європейського рівня життя, до норм шумозахисної політики та законодавства країн ЄС, де досить серйозно відносяться до акустичного комфорту громадян.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз науково-дослідних та практичних робіт [2–5] встановив, що досить багато публікацій описують позитивні якості плексигласу, як матеріалу для шумозахисних споруд, однак, про зворотні якості - негативні - матеріалу дуже мало.

Дослідження, які були проведені в роботі [3], досліджували вплив фізико-механічних параметрів матеріалів на шумопоглинаючі властивості шумозахисних екранів. За результатами роботи [4] було встановлено, що геометричні параметри екранів мають вплив на рівень шуму, незважаючи на матеріал самого екрану.

Дослідження [2] також показали, що погодні умови мають вплив на стан шумозахисної споруди, виробленої з плексигласу.

У роботі [5] 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.

**Мета дослідження** полягає в вивченні задачі використання плексигласу для шумозахисних конструкцій на автомобільних дорогах. Це дослідження спрямоване на пошук шляхів для зниження шумового навантаження, що виникає внаслідок руху транспортних засобів автомобільними дорогами.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** За час використання плексигласу, мали змогу помітити як переваги, так і недоліки даного матеріалу.

Переваги використання плексигласу для шумозахисних екранів на автомобільних дорогах:

1. Шумозахисні властивості: Плексиглас має відмінні шумозахисні характеристики, що робить його ефективним матеріалом для зменшення рівня шуму від дорожнього руху. Він здатний поглинати і розсіювати звукові хвилі, допомагаючи знизити рівень шуму, який дістається до оточуючих зон або віддалених від дороги населених пунктів.

2. Прозорість: Плексиглас є прозорим матеріалом, що дозволяє забезпечити хорошу видимість для водіїв і пішоходів. Він не спотворює видимість і дозволяє вільно спостерігати дорожні умови та оточуюче середовище.

3. Легкість та простота встановлення: Плексиглас важить менше, ніж скло, що полегшує процес транспортування та монтажу. Він також добре піддається обробці і може бути легко вирізаний на необхідні розміри.

4. Міцність та стійкість: Плексиглас має високу міцність і стійкість до ударів, що робить його відмінним вибором для захисних бар'єрів на дорогах. Він стійкий до розривів і легше витримує зовнішні впливи, такі як погодні умови, що забезпечує довговічність матеріалу.



Рисунок - 1 Шумозахисний екран з плексигласу.

Figure - 1 Noise shield made of Plexiglas.

Але якщо переваги використовуються повсякчасно в різних сферах господарства, то недоліки помічають не так часто. Пропонується зупинитись більш детально на недоліках і проаналізувати їх.

Недоліки використання плексигласу для шумозахисних екранів на автомобільних дорогах:

1. Схильність до подряпин: Плексиглас має м'якшу поверхню, ніж скло, тому він може бути більш схильним до подряпин і слідів від зношування. Це може зменшити його прозорість і зовнішній вигляд з часом.

Плексиглас, який використовується для шумозахисних екранів на автомобільних дорогах, має м'якшу поверхню, ніж скло. Це означає, що він може бути більш схильним до подряпин і слідів від зношування, особливо при контакті з грубими або твердими матеріалами.

Оскільки плексиглас має меншу міцність на подряпини, навіть дрібні подряпини можуть зменшити прозорість матеріалу і вплинути на його зовнішній вигляд з часом. Це особливо помітно на сонячному світлі або при штучному освітленні, коли подряпини можуть створювати відблиски та розсіювати світло, що може знизити якість видимості.

Для запобігання подряпинам і зношуванню плексигласу можуть використовуватись захисні покриття або спеціальні полімерні плівки. Ці покриття можуть забезпечити додаткову захист від подряпин і зберегти прозорість матеріалу протягом тривалого періоду.

Важливо також зазначити, що плексиглас може бути легше відновлений в разі подряпин, ніж скло. Дрібні подряпини можуть бути поліровані або видалені за допомогою спеціальних полірувальних засобів або технік. Однак, великі або глибокі подряпини можуть вимагати заміни панелі з плексигласу.

Загалом, схильність до подряпин є одним з недоліків плексигласу для шумозахисних екранів. Його зовнішній вигляд та прозорість можуть поступово погіршуватись з часом через накопичення подряпин і слідів від зношування.

2. Вплив UV-випромінювання: Плексиглас може піддатися пожовтінню та деградації при тривалому впливі ультрафіолетового (UV) випромінювання. Це може призвести до зміни зовнішнього кольору і зниження прозорості матеріалу.

Плексиглас може піддаватися пожовтінню та деградації при тривалому впливі ультрафіолетового (UV) випромінювання. UV-випромінювання від сонця є потужним фактором, який може впливати на структуру та властивості плексигласу.

Під впливом UV-випромінювання молекули плексигласу можуть піддаватися фотохімічним реакціям, що призводить до зміни хімічної структури матеріалу. Це може спричинити зміну зовнішнього кольору плексигласу з часом, включаючи пожовтіння або зміну відтінку. Крім того, деградація матеріалу може вплинути на його прозорість, знижуючи якість видимості через матеріал.

Щоб запобігти цим проблемам, плексиглас може бути оброблений або покритий спеціальними захисними покриттями, які містять стабілізатори проти UV-випромінювання. Ці покриття можуть забезпечити додатковий захист від UV-променів та допомогти зберегти яскравість і прозорість плексигласу протягом тривалого часу. Однак, з часом і залежно від рівня експозиції до UV-випромінювання, можуть все ж відбуватись деякі зміни в зовнішньому вигляді плексигласу.

Важливо враховувати, що рівень впливу UV-випромінювання може залежати від кліматичних умов та місця встановлення шумозахисних екранів. Якщо область має високу інтенсивність сонячного випромінювання, заслони можуть вимагати регулярного обслуговування та підтримки, щоб зберегти свою якість та ефективність.

3. Термічна розширюваність: Плексиглас має вищий коефіцієнт термічної розширюваності порівняно зі склом. При значних змінах температури він може розширюватися або скорочуватися, що може призвести до напружень і пошкоджень конструкції.

Плексиглас має вищий коефіцієнт термічної розширюваності порівняно зі склом. Це означає, що при зміні температури плексиглас може розширюватися або скорочуватися більше, ніж скло. Ця термічна розширюваність може створювати напруження та потенційно призвести до пошкоджень конструкції шумозахисного екрана.

При підвищенні температури плексиглас розширюється, а при зниженні температури звужується. Якщо шумозахисний екран встановлений без врахування цього фактора, можуть виникати проблеми, такі як розриви, тріщини або деформація матеріалу.

Одним з способів запобігти проблемам, пов'язаним з термічною розширюваністю плексигласу, є врахування цього фактора при проектуванні та встановленні шумозахисного екрана. Використання компенсаторів розширення або з'єднувальних елементів, які дозволяють плексигласу розширятися або скорочуватися без пошкоджень, може бути ефективним рішенням.

Крім того, важливо враховувати потенційні зміни температури, які можуть відбуватися в зоні встановлення шумозахисного екрана. Наприклад, експозиція до прямих сонячних променів або близькість до джерел тепла можуть призводити до значних змін температури. Врахування цих факторів при проектуванні та розміщенні шумозахисних екранів може допомогти уникнути проблем, пов'язаних з термічною розширюваністю плексигласу.

Загалом, термічна розширюваність плексигласу є важливим питанням, яке потрібно враховувати при використанні його для шумозахисних екранів. Планування, конструювання та встановлення з урахуванням цього фактора може допомогти забезпечити стійкість та довговічність конструкції.

4. Витрати: В порівнянні зі склом, плексиглас може бути дорожчим матеріалом. Це може вплинути на вартість встановлення і підтримки шумозахисних екранів на автомобільних дорогах.

Плексиглас може бути дорожчим матеріалом порівняно зі склом. Це пов'язано з рядом факторів, таких як виробництво, обробка та властивості матеріалу. Витрати на плексиглас можуть бути вищими через складність його виготовлення та спеціальні технології, необхідні для отримання бажаної якості та властивостей.

Окрім витрат на сам матеріал, встановлення і підтримка шумозахисних екранів з плексигласу також можуть зазнавати впливу на вартість. Інсталяція плексигласових екранів може вимагати спеціальних методів кріплення та конструкцій, що можуть бути витратними. Крім того, ремонт або заміна пошкоджених плексигласових екранів також може бути витратним завданням.

Проте, варто враховувати, що витрати на плексиглас можуть бути оправданими через його переваги. Наприклад, плексиглас є легшим матеріалом, що спрощує транспортування та обробку. Він також має високу міцність на удари і легше відновлюється від подряпин, що може знизити витрати на довгострокове утримання і ремонт.

Крім того, плексиглас може мати кращі звукоізоляційні властивості, що може забезпечити вищу ефективність шумозахисного екрану. Це може зробити його вибір оптимальним, незважаючи на вищі початкові витрати.

У кінцевому підсумку, хоча плексиглас може бути дорожчим матеріалом для шумозахисних екранів порівняно зі склом, варто розглянути його переваги і ефективність при плануванні інфраструктурних проектів. Врахування довгострокової вартості встановлення, утримання та переваг плексигласу може допомогти зробити обґрунтований вибір відповідно до конкретних потреб і обмежень проекту.

**Висновки.** Використання плексигласу для шумозахисних екранів на автомобільних дорогах може мати свої переваги та недоліки. Плексиглас має високу прозорість, міцність на удари і звукоізоляційні властивості, що робить його ефективним в зменшенні рівня шуму. Однак, існують такі фактори, як схильність до подряпин, вплив UV-випромінювання та термічна розширюваність, які можуть вплинути на його прозорість, зовнішній вигляд та стійкість в залежності від умов експлуатації.

Перед вибором плексигласу для шумозахисних екранів на автомобільних дорогах, важливо ретельно розглянути конкретні умови застосування та вимоги проекту. Наприклад, якщо шумозахисний екран розташований в області з високим рівнем зносу або піддається інтенсивному UV-випромінюванню, можуть знадобитися додаткові заходи для захисту плексигласу від пошкоджень та деградації.

Також варто розглянути інші альтернативні матеріали для шумозахисних екранів, які можуть відповідати вимогам проекту. Наприклад, скло теж може бути використано як матеріал для шумозахисних екранів і має свої власні переваги та недоліки, які варто враховувати при порівнянні з плексигласом.

Узагальнюючи, використання плексигласу для шумозахисних екранів на автомобільних дорогах може бути ефективним рішенням, але вимагає детального розгляду конкретних умов застосування та

врахування переваг та недоліків матеріалу. Ретельне планування та проектування з урахуванням цих факторів може допомогти забезпечити оптимальний шумозахист та довговічність конструкції.

### Перелік посилань

[1] Що таке плексиглас і де він застосовується <https://irinin.com/budivnytstvo/shcho-take-pleksiglas-i-de-vin-zastosovuetsya.html>. 28.12.2021

[2] ГБН В.2.3-37641918-556:2015 Автомобільні дороги. Споруди шумозахисні. Вимоги до проектування

[3] Satish-Lokhande, Divyashree S Sakhare and all. A Short Review of Road Noise Barriers Focusing on Ecological Approaches. International Journal of Engineering & Technology Sciences 2021:1-17

[4] 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.

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

### NOISE PROTECTION PRINCIPLES OF HIGHWAY CONSTRUCTION

**Ichenko Volodymyr V.**, associate professor, *e-mail*:[znpbud@gmail.com](mailto:znpbud@gmail.com), Department "Department of Highways, Geodesy, Land Management and Rural Buildings", Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk, Pershotravnevy prospect, 24, Poltava, Poltava region, 36000, <https://orcid.org/0000-0003-0346-8218>

**Dorozhko Eugene V.**, associate professor, *e-mail*:[evgeniy.dorozhko@gmail.com](mailto:evgeniy.dorozhko@gmail.com), department "road design, geodesy and land management", Kharkiv National Automobile and Road University, 25 Yaroslav Mudry Street, Kharkiv, Kharkiv region, 61002, <https://orcid.org/0000-0003-2894-2131>

**Abstract.** One of the most 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 design and geometric parameters.

Plexiglas sound-proof screens have become quite widespread on highways.

Plexiglas is an environmentally friendly product based on polymethyl methacrylate. Its other name is acrylic, and it belongs to a type of artificial organic plastics. The basis of the material is thermoplastic acrylic resins, more precisely, one or more derivatives of a monobasic carboxylic acid. These are components that transmit light well.

The chemical formula of acrylic is the same as that of plexiglass -  $(C_5O_2H_8)_n$ , but in addition, its composition includes many additives that add special properties to the thermoplastic structure, such as hardness, flexibility, resistance to mechanical loads and damage, as well as pigments necessary to obtain a specific color [1].

Currently, there are two types of material.

Plexiglas XT - this product is made using an extruder. Under pressure, methyl methacrylate passes through the forming tool of the equipment, and products are obtained from the melt in the form of solid panels with a thickness of no more than 25 mm, as well as rods, rounded profiles, sheets with a wavy and reflective surface. Such plastic has increased elasticity and flexibility, it is easier to transform it into various forms, but at high temperature it gives a small estate, and its strength leaves much to be desired.

Cast acrylic glass Plexiglas GS, obtained by polymerization at the stage of forming a blank from acrylic under the influence of an activator, is considered stronger. During this chemical process, the glass molecules line up in strong long chains, and thus the maximum strength of the product is achieved. Its common forms are pipes, blocks of different thicknesses, monolithic sheets that are resistant to deformation and aggressive environments. But the flexibility of this type is much lower than that of the extrusion version.

In general, acrylic glass has increased impact strength, which is 5 times higher than that of ordinary glass. [1]

The excellent characteristics of the product are due to its physical properties:

- insensitivity to sunlight, lack of color changes and desire;
- strength is higher than that of quartz glass;
- high light transmission and the ability to store heat due to low thermal conductivity;
- resistance to microorganisms, aggressive chemistry, large temperature range, moisture;
- lightness compared to ordinary glass with a minimum layer of 1 mm (the weight of 1 sq. m is only 1.2 kg);
- when burning, Plexiglas products do not emit harmful fumes, and the material does not form dangerous sharp fragments when damaged;
- the polymer is easy to cut and give it any necessary shape;
- the material is hygienic, does not require complex care, due to the fact that its surface is smooth, and dirt and dust particles do not accumulate on it.

At the same time, this wonderful synthetic material has several disadvantages: products made of it are prone to external damage, and also catch fire easily

**Key words:** noise load, noise-absorbing structures, plexiglass, resistance to external factors, strength, vehicles.

#### References

- [1] Що таке плексиглас і де він застосовується <https://irinin.com/budivnytstvo/shcho-take-pleksiglas-i-de-vin-zastosovuetsya.html>. 28.12.2021
- [2] ГБН В.2.3-37641918-556:2015 Автомобільні дороги. Споруди шумозахисні. Вимоги до проектування
- [3] Satish-Lokhande, Divyashree S Sakhare and all. A Short Review of Road Noise Barriers Focusing on Ecological Approaches. International Journal of Engineering & Technology Sciences 2021:1-17
- [4] 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.
- [5] Highway Noise Barrier Design Handbook. Prepared by Gregg G. Fleming, Harvey S. Knauer , Cynthia S.Y. Lee, Soren Pedersen. 2000.

*Надійшла до редакції 07.06.2023.*