

Вінницький національний технічний університет

---

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

---

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології та екологічної безпеки

---

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**Пояснювальна записка**  
до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ  
ВІДКРИТОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД  
«СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН»**

Виконав: студент групи ЕКО-19м  
спеціальності 101 – Екологія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Стус Олексій Григорович

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т. н., доцент Васильківський І.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.х.н., доцент Прокопчук С.П.

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020 року



## 5. Перелік графічного матеріалу

1. Спектральна характеристика промислового шуму.
2. Схема колективного захисту від шуму.

## 3. Характеристика джерел шуму на підприємстві ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон».

4. Допустимі рівні шуму в різний час доби.

5. Схема проходження звукової хвилі через перешкоду.

6. Звукоізолююча здатність багатошарових огорож, конструкцій і перегородок види шумозахисних екранів із залізобетону.

7. Загальний вигляд шумозахисних екранів фірми «Максфорсконкрит» (виробник Росія).

8. План території ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон».

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Завідувач кафедри підприємництва, логістики та менеджменту, доктор економічних наук, професор <b>Мороз Олена Омелянівна</b>		

7. Дата видачі завдання « 8 » вересня 2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Найменування етапів МКР	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка технічного завдання.	15.09.2020	
2.	Дослідження характеристик антропогенного шуму.	30.09.2020	
3.	Дослідження екологічних характеристик ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».	19.10.2020	
4.	Аналіз методів захисту від антропогенного шуму.	31.10.2020	
5.	Розробка природоохоронних шумозахисних будівельно-акустичних засобів для ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».	10.11.2020	
6.	Еколого-економічна оцінка реалізації природоохоронних заходів ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».	20.11.2020	
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	30.11.2020	

Студент \_\_\_\_\_ О.Г. Стус  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ І.В.Васильківський  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	6
<b>1 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННОГО ШУМУ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Загальні відомості про антропогенний шум та його спектральні характеристики.....	9
1.1.1 Джерела та класифікація антропогенних шумів.....	9
1.1.2 Об'єктивні акустичні характеристики.....	13
1.2 Біологічна дія шумів на навколишнє середовище та організм людини.....	15
1.3 Екологічне нормування джерел антропогенного шуму.....	20
<b>2 ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ВІД АНТРОПОГЕННОГО ШУМУ.....</b>	<b>24</b>
2.1 Засоби індивідуального захисту від шуму.....	24
2.2 Засоби колективного захисту від шуму.....	28
2.2.1 Архітектурно-планувальні засоби колективного захисту.....	29
2.2.2 Будівельно-акустичні засоби колективного захисту від антропогенного шуму.....	32
2.2.3 Організаційно-технічні засоби зниження атропогенного шуму.....	35
<b>3 РОЗРОБКА БУДІВЕЛЬНО-АКУСТИЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВАТ «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН».....</b>	<b>39</b>
3.1 Характеристика джерел антропогенного шуму на підприємстві ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон».....	39
3.2 Вибір засобів колективного шумозахисту для ВАТ “Гніванський завод спецзалізобетону”.....	40
3.3 Визначення рівня шуму для ВАТ «Гніванський завод Спец залізобетон».....	45
3.4 Розробка шумозахисного екрану для ділянки житлової забудови, яка прилягає до ВАТ «Гніванський завод спец залізобетон».....	47

	3
3.5 Визначення зниження антропогенного шуму за допомогою екрану.....	52
3.6 Рекомендації щодо впровадження шумозахисних засобів для ВАТ “Гніванський завод спецзалізобетону” .....	55
4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ВАТ «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН».....	57
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	69
Додаток А Технічне завдання.....	71
Додаток Б. Характеристика джерел шуму на підприємстві ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон».....	73
Додаток В. Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи.....	74

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 75 стор., 11 рис., 11 табл., 25 джерело.

У магістерській кваліфікаційній роботі дана загальна характеристика промислового шуму ВАТ «Гніванський завод спецалізобетон». На основі еколого-економічного аналізу запропоновані будівельно-акустичні заходи, що передбачають розробку шумозахисного екрану на границі території ВАТ «Гніванський завод спецалізобетон» для зниження рівня промислового шуму у напрямку прилеглої житлової забудови та зменшення його негативного впливу на навколишнє природне середовище і населення.

**Мета роботи** – розробка будівельно-акустичних засобів для зменшення техногенного шумового навантаження ВАТ «Гніванський завод спецалізобетон».

**Об'єктом досліджень** - процес контролю промислового шуму в районі розташування ВАТ «Гніванський завод спецалізобетону» по вулиці Промисловій, 15, міста Гнівань, Тиврівського району, Вінницької області.

**Предметом дослідження** шумові характеристики технологічного обладнання ВАТ «Гніванський завод спецалізобетон» на території підприємства і по вулиці Промислова у місті Гнівань.

**Галузь застосування** – охорона навколишнього природного середовища та створення будівельно-акустичних засобів для зменшення техногенного шумового забруднення у м.Гнівань по вулиці Промислова.

**Ключові слова:** промисловий шум, будівельно-акустичні засоби, шумозахисний екран.

## ABSTRACT

Master's thesis: 75 pages, 11 figures, 11 tables, 25 sources.

In the master's qualification work the general characteristic of industrial noise of JSC "Gnivan plant of special reinforced concrete" is given. Based on the ecological and economic analysis, construction and acoustic measures are proposed, which provide for the development of a noise protection screen on the border of JSC "Gnivan Special Reinforced Concrete Plant" to reduce industrial noise in the direction of adjacent housing and reduce its negative impact on the environment and population.

The purpose of the work is to develop construction and acoustic means to reduce the man-made noise load of JSC "Gnivan plant of special reinforced concrete".

The object of research is the process of industrial noise control in the area of OJSC "Gnivan Special Reinforced Concrete Plant" at 15 Promyslova Street, Gnivan, Tyvriv district, Vinnytsia region.

The subject of the study is the noise characteristics of the technological equipment of JSC "Gnivan plant of special reinforced concrete" on the territory of the enterprise and on Promyslova Street in the city of Gnivan.

The field of application is the protection of the natural environment and the creation of construction and acoustic means to reduce man-made noise pollution in the town of Hnivan on Promyslova Street.

Key words: industrial noise, construction and acoustic means, noise protection screen.

## ВСТУП

**Актуальність.** Відкрите акціонерне товариство «Гніванський завод спецзалізобетону» є структурним підрозділом ПАТ «Українська залізниця». Основними напрямками діяльності ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону» є виробництво залізобетонних шпал, напірних віброгідропресованих труб, труб залізобетонних безнапірних, опор контактної мережі, плит перекриття. У загальному об'ємі виробництва ВАТ «Гніванський завод СЗБ» 85,2% продукції припадає на потреби залізничної галузі. Число працюючих складає 583 особи, заборгованості по заробітній платі та перед бюджетами всіх рівнів немає. ВАТ «Гніванський завод спец залізобетон» – одне з трьох підприємств України по випуску залізобетонних залізничних шпал та одне підприємство з налагодженою технологією по виробництву залізобетонних напірних труб діаметром 500 – 1200 мм і опор контактної сітки для електрифікації залізниці. Виробництво промислових виробів складає 910 млн.грн., питома вага до загального районного виробництва – 57%. З метою розширення асортименту продукції завод освоїв виробництво понад 40 видів продукції із залізобетону. В процесі роботи технологічне обладнання ВАТ “Гніванський завод спецзалізобетону” створює техногенне шумове навантаження, яке перевищує санітарно-гігієнічні норми. Працівники підприємства захищені від впливу шуму, тому виникає потреба у розробці додаткових природозахисних заходів для прилеглої житлової забудови. Шумове навантаження має різко виражену негативну дію на органи слуху, центральну нервову систему, внутрішні органи людини, погано впливає на психічний стан людини, спричинюючи почуття неспокою і роздратування. Для зменшення негативної дії шуму актуальним є планування науково обґрунтованих заходів спрямованих на зниження рівня промислового шуму, зокрема розробка ефективних будівельно-акустичних протишумових екранів для зниження шуму на території житлової забудови.

Отже, головним завданням магістерської кваліфікаційної роботи є визначення основних характеристик джерел промислового шуму, способів



нормування, зниження шумового навантаження на прилеглу територію житлової забудови біля ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон» за допомогою розробки будівельно-акустичних засобів.

**Мета роботи** – розробка будівельно-акустичних засобів для зменшення техногенного шумового навантаження ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон».

**Відповідно до мети дослідження основними завданнями роботи є:**

1. Дослідження характеристик антропогенного шуму.
2. Дослідження екологічних характеристик ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».
3. Аналіз методів захисту від антропогенного шуму.
4. Розробка природоохоронних шумозахисних будівельно-акустичних засобів для ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».
5. Еколого-економічна оцінка реалізації природоохоронних заходів ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».

**Об'єктом досліджень** - процес контролю промислового шуму в районі розташування ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону» по вулиці Промисловій, 15, міста Гнівань, Тиврівського району, Вінницької області.

**Предметом дослідження** - шумові характеристики технологічного обладнання ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон» на території підприємства і по вулиці Промислова у місті Гнівань.

**Наукова новизна.**

Вперше, досліджено техногенне шумове забруднення вулиці Промислової у місті Гнівань, спричинене роботою технологічного обладнання ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон», та науково обрнтовані природоохоронні шумозахисні заходи.

**Практичне значення.**

Дана магістерська кваліфікаційна робота є науковим обґрунтуванням проектування шумозахисного будівельно-акустичного екрану по вулиці Промисловій у місті Гнівань для зменшення техногенного шуму спричиненого роботою ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон». Підвищення рівня

екологічної безпеки населення, яке проживає по вулиці Промисловій у місті Гнівань, можливе у випадку негайного зниження рівня техногенного шумового навантаження, шляхом будівництва будівельно-акустичного екрану, а в подальшому проведення реконструкції підприємства і винесення шкідливих виробничих потужностей у промислову зону за межі міста.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дана робота виконувалась відповідно науковому напрямку кафедри ЕЕБ, зокрема, госптематики №1610 «Розроблення Програми регіонального екологічного моніторингу Вінницької області на 2016-2020 роки», законів України: «Про охорону навколишнього природного середовища» №1268-ХІІ від 26.06.91 і Регіональної екологічної бюджетної програми на 2019-2023 роки.

**Методи дослідження.** Використано методи комплексного, системного науково-обґрунтованого аналізу, а також методи математичної статистики та кореляційного аналізу.

**Особистий внесок автора.** Автором визначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підібрано та опрацьовано літературні джерела, здійснено вимірювання, аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, його узагальнення та формулювання висновків. Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи у навчальний процес представлений у додатку В.

**Публікації.** Викладені у МКР положення доповідались на наукових конференціях: «VII Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю» (Екологія/Ecology-2019), (м.Вінниця, 2019), а також у щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ.

**Подяки.** Автор вдячний голові правління ПрАТ «Гніванський завод спецалізобетону» *Онищенко Ігору Миколайовичу* за розуміння і моральну підтримку у проведенні досліджень за темою магістерської кваліфікаційної роботи.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННОГО ШУМУ

## 1.1 Загальні відомості про антропогенний шум та його спектральні характеристики

Шум – одна з форм фізичного (хвильового) забруднення навколишнього середовища. Під шумом розуміють усі неприємні та небажані звуки чи їхню сукупність, які заважають нормально працювати, сприймати інформаційні звукові сигнали, відпочивати. Він виникає внаслідок стиснення і розрідження повітряних мас, тобто коливних змін тиску повітря [1].

Як і всі акустичні коливання, шум може сприйматися вухом людини в межах частот від 16 до 20000 Гц (нижче – інфразвук, вище – ультразвук) [2-5].

### 1.1.1 Джерела та класифікація шумів.

Розрізняють джерела шуму природного і техногенного походження.

Джерела шуму природного походження. У реальній атмосфері незалежно від людини завжди присутні шуми природного походження з досить широким спектральним діапазоном від інфразвуку з частотами  $3 \cdot 10^{-3}$  Гц до ультразвуку і гіперзвуку. Прикладами шумів природного походження є шуми морського прибою, гірського обвалу, грозового розряду, виверження вулкана, вітру в лісі, співу птахів, голосу тварин, шум водоспаду.

Джерелами інфразвукових шумів можуть бути різні метеорологічні і географічні явища, такі, як магнітні бурі, полярні сяйва, рухи повітря в купчастих і грозових хмарах, урагани, землетруси. У чутній області частот під дією вітру завжди створюється звуковий фон. Шуми природного походження настільки різноманітні, що повною мірою не піддаються докладному опису.

Джерела шуму техногенного походження. До джерел шуму техногенного походження відносяться всі вживані в сучасній техніці механізми, устаткування і транспорт, які створюють значне шумове забруднення навколишнього середовища [3, 6-11].

Прикладами джерел шумів техногенного походження є: рейковий, водний, авіаційний і колісний транспорт, технічне устаткування промислових і побутових об'єктів, вентиляційні установки, санітарно-технічне устаткування, теплоенергетичні системи, електромеханічні пристрої, газотурбокомпресори, електротехнічні прилади і устаткування, аерогазодинамічні установки і т.п.

Класифікація шумів по фізичній природі. Техногенні шуми по фізичній природі походження можуть бути класифіковані на наступні групи:

- механічні шуми, що виникають при взаємодії різних деталей в механізмах, (одиначні або періодичні удари), а також при вібраціях поверхонь пристроїв, машин, обладнання і т.п.;

- електромагнітні шуми, що виникають унаслідок коливань деталей і елементів електромеханічних пристроїв під дією електромагнітних полів (дроселі, трансформатори, статори, ротори і т. п.);

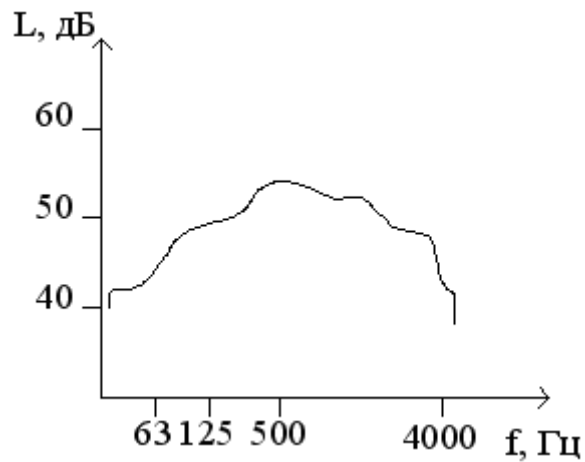
- аеродинамічні шуми, що виникають в результаті вихрових процесів у газах (адіабатичне розширення зжатого газу або пари із замкнутого об'єму в атмосферу);

- гідродинамічні шуми, що викликаються різними процесами в рідинах (наприклад, виникнення гідравлічного удару при швидкому скороченні кавітаційних міхурів, кавітація в ультразвуковому технологічному устаткуванні, в рідинних системах літаків і т. п.) [11-17].

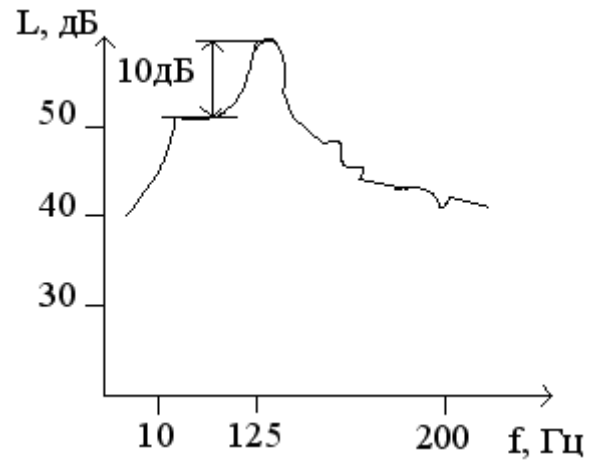
Класифікація шумів по спектрально-тимчасових характеристиках. Спектрально-тимчасові характеристики шумів досить різноманітні. Для технічної оцінки шумів введена їх класифікація по спектральних і тимчасових характеристиках.

По характеру спектру шуми діляться на широкосмугові і тональні. Під широкосмуговими шумами розуміються шуми, що мають безперервний спектр шириною більш октави (рисунок 1.1,а). У техніці прийняті октавні смуги з середньгеометричними частотами, наприклад, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

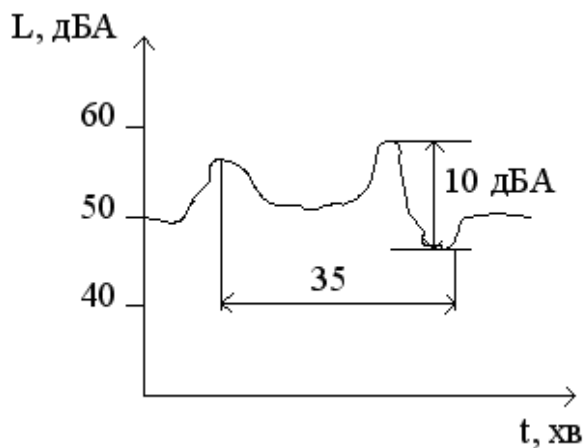
Тональний шум характеризується тим, що в спектрі присутні окремі чутні дискретні тони (рисунок 1.1, б). Тональність шуму визначають в процесі вимірювань рівня звукового тиску  $L$ , в третьоктавних смугах частот при перевищенні рівня в одній смузі над сусідніми більш, ніж в 10 дБ.



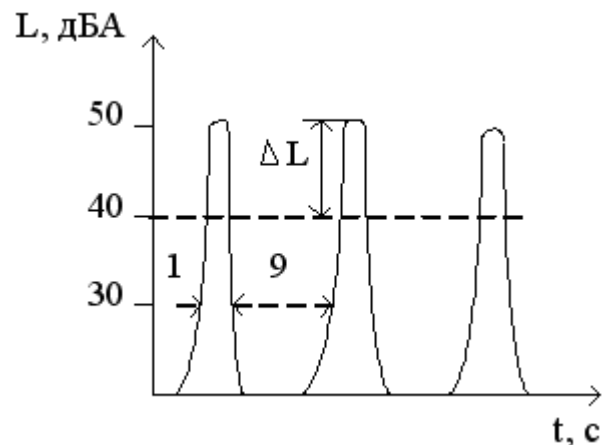
а)



б)



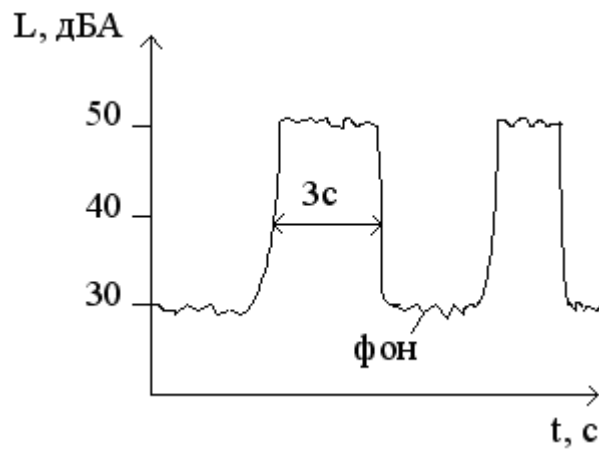
в)



г)

Рисунок 1.1 - Різновиди спектрів реальних джерел шумів:

а – безперервний спектр (турбореактивний двигун); б – тональний (осьовий вентилятор); в – що коливається в часі (транспорт); г – імпульсний спектр (удар молота).



д)

Рисунок 1.1 (продовження) - Різновиди спектрів реальних джерел шумів:  
д – переривистий (скидання повітря).

По тимчасових характеристиках шуми діляться на постійні і непостійні. Постійні шуми в процесі вимірювань на тимчасовій характеристиці шумоміра “поволі” не змінюють рівень сигналу більше 5 дБА (дБА-величина за шкалою А, прийнята в техніці вимірювань шуму). У разі непостійних шумів ця зміна може бути більше 5 дБА [4].

У свою чергу, непостійні шуми діляться на імпульсні, переривисті і ті, що коливаються в часі.

Імпульсні, складаються з одного або декількох звукових сигналів, тривалістю 1с і рівнями звуку відмінними більш, ніж на 7 дБА при вимірюваннях на тимчасовій характеристиці шумоміра «імпульс» і «повільно» (рисунок 1.1, г).

Переривисті шуми відрізняються тим, що рівень звуку змінюється на 5 дБА і більше кілька разів за час вимірювання, причому тривалість імпульсу більше, ніж при імпульсних шумах і в момент дії імпульсу його амплітуда залишається постійною, що перевищує фон (рисунок 1.1, д).

Ті, що коливаються в часі, відмінні тим, що рівень шуму змінюється з часом (рисунок 1.1, в).

При одночасній дії декількох джерел може виникнути шумове поле з складним спектрально-тимчасовим розподілом. Методом послідовного

виключення джерел шуму, якщо це можливо в процесі експлуатації різних установок, можна визначити внесок кожного з них.

У техніці вимірювань шумів залежно від середовища розповсюдження розрізняють повітряний і структурний шуми. Повітряний шум розповсюджується по повітрю від джерела до точки вимірювання (реєстрації, сприйняття). Структурний шум виникає через коливання пружного середовища (стіни будівель, перекриття, перегородки, трубопроводи і т. д.) з подальшим випромінюванням поверхонь, що коливаються.

Техногенні шуми часто є сумішшю випадкових і періодичних коливань. Для визначення та кількісної оцінки шумів і опису їх джерел застосовують різні математичні моделі відповідно до їх тимчасової, спектральної і просторової структури.

Постійні (стаціонарні) шуми характеризуються постійністю середніх параметрів: інтенсивності або потужності, розподілу інтенсивності по спектру і т.п.

Непостійні (нестационарні) шуми характеризуються поволі змінними параметрами. Тимчасові характеристики таких шумів представлені на рисунку 1.1, в, г [2, 3].

### 1.1.2 Об'єктивні акустичні характеристики.

Для опису коливальних процесів пружного середовища в акустиці прийняті наступні об'єктивні характеристики і поняття:

1) акустичний (звуковий) тиск  $P$ . Мінімальний звуковий тиск, який сприймає вухо людини, називають пороговим:

$$P_0 = 2 \cdot 10^{-5} [\text{Па}]. \quad (1.1)$$

2) інтенсивність звуку  $I$  – характеризує питому енергію звукових хвиль на одиницю площі:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot a} \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right], \quad (1.2)$$

де  $\rho$  – густина середовища,  $\text{кг/м}^3$ ;  $a$  – швидкість звуку,  $\text{м/с}$ .

Порогова інтенсивність звуку  $I_0$ , яка відповідає  $P_0$  для розповсюдження звуку у повітрі, дорівнює  $10^{-12} \text{ Вт/м}^2$ .

3) потужність джерела звуку  $W$  у будь-якій точці сфери радіусом  $r$  від нього:

$$W = I \cdot 2\pi \cdot r^2 [\text{Вт}]. \quad (1.3)$$

Ці величини мають абсолютний характер і не зовсім підходять для оцінки шуму: на них впливають відносні зміни інтенсивності та тиску. Тому введена величина, що зветься рівень шуму  $L$ , характеризується відношенням інтенсивності звуку в даному місці до порогової і береться в логарифмічних одиницях:

$$L = \lg \frac{I}{I_0} [\text{Б}], \quad (1.4a)$$

$$L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0} [\text{дБ}], \quad (1.4б)$$

$$L = 120 + 10 \cdot \lg I [\text{дБ}]. \quad (1.4в)$$

Одиниця виміру – бел(Б), характеризує збільшення інтенсивності у 10 разів.

Це дуже велика величина. Тому частіше використовують дБ(децибел)  $= \frac{1}{10} \text{ Б}$ .

Через тиск рівень звуку можна виразити:

$$L = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0} [\text{дБА}]. \quad (1.5)$$

Сумарний рівень шуму визначається за допомогою шумоміра за інтегральною шкалою А, тому величина позначається дБА [2, 5].

Суб'єктивне сприйняття шуму. Слуховий апарат людини реагує на висоту шуму, його інтенсивність, тембр, який залежить від відносної інтенсивності додаткових коливань вищого порядку, ніж основна частота, що визначає висоту



шуму. Суб'єктивне сприйняття шуму визначається величинами, зіставними в тому або іншому ступені з об'єктивними акустичними характеристиками.

Для характеристики рівня гучності іноді користуються спеціальною одиницею — фон. Ця одиниця визначається як різниця рівнів гучності двох звуків даної частоти, рівноголосні яким звуки з частотою 1000 Гц відрізняються по інтенсивності на 10 дБ. Межа чутності приймається за нульовий рівень [3].

## **1.2 Біологічна дія шумів на навколишнє середовище та організм людини**

Спектральна чутливість людського вуха. У діапазоні частот приблизно 1-4 кГц людське вухо володіє найбільшою чутливістю, а больове відчуття виникає при силі звуку  $J$  більше  $1 \text{ Вт/м}^2$  (рисунок 1.2, крива 1). Таким чином, людське вухо є досконалим приймачем звукових коливань, володіючий чутливістю і великим динамічним діапазоном. Крім того, слуховий апарат володіє малоінерційністю (приблизно 0,1 с). У будь-який момент часу людське вухо готове до реєстрації звукового сигналу. З складного спектру слуховий апарат здатний вибирати звуки потрібної тональності і визначати із значною точністю напрям розповсюдження звуку (місцеположення звукового джерела). У внутрішньому вусі знаходиться вушний равлик спіральної форми, яка наповнена рідиною і механічно пов'язана з барабанною перетинкою [1-2].

У вушному равлику є основна перетинка, що реагує на тон звуку. Один кінець основної перетинки, що знаходиться поблизу барабанної перетинки, резонує на частоті 20 кГц, а інший кінець основної перетинки резонує на частоті 20 Гц. У вушному равлику є нерв, який через свої чутливі закінчення в основній перетинці перетворює механічні коливання в біоелектричні сигнали і посиляє їх у відповідний центр мозку, де вони сприймаються нами як звукові відчуття [3, 15-23].

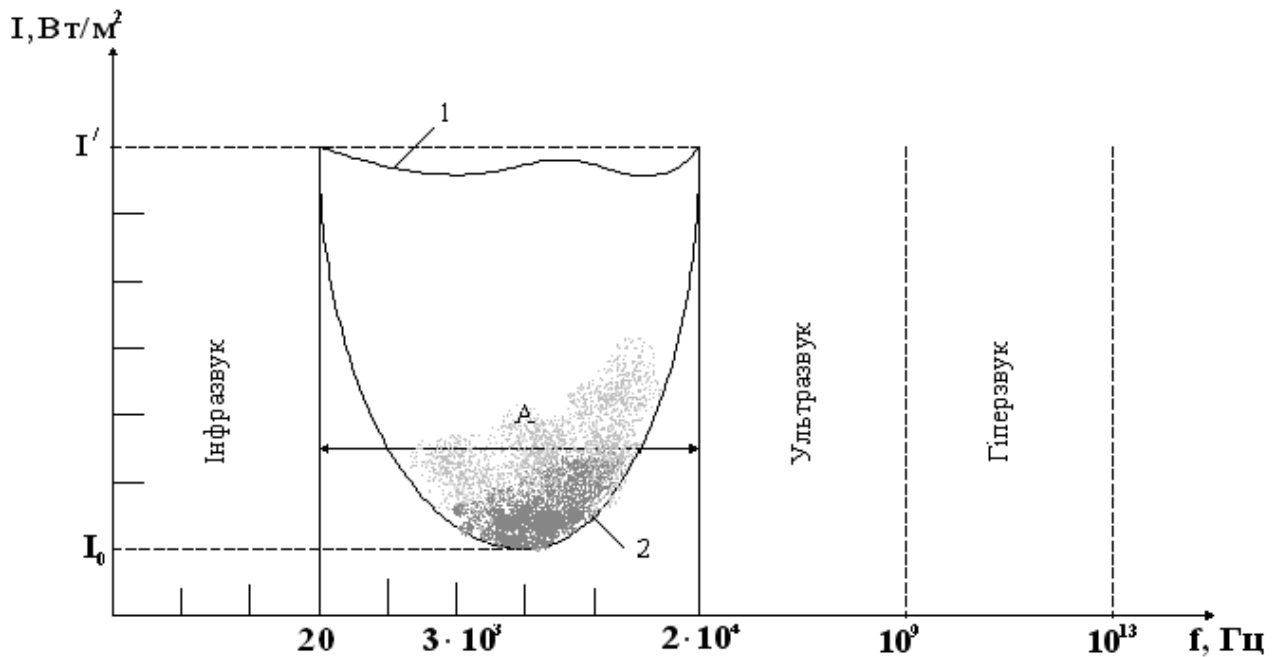


Рисунок 1.2 - Спектральна чутливість людського вуха: 1 – поріг болювого відчуття; 2 – поріг чутності ( $I_0 = 10^{-12} \text{Вт}/\text{м}^2$ ); А – чутний діапазон;  $I'$  - болювий поріг (позначення на осях координат проставлені без дотримання масштабу).

Шуми, особливо техногенного походження, шкідливо діють на організм людини. Ця шкідлива дія виявляється в специфічній поразці слухового апарату і неспецифічних змінах інших органів і систем людини. У медицині існує термін “шумова хвороба”, супроводжуваний гіпертонією, гіпотонією і іншими розладами [3].

Шумова хвороба є загальним захворюванням всього організму, з переважаючим ураженням слухового апарату і нервової системи, що розвивається в результаті дії шуму. Тривала дія шуму на організм людини приводить до розвитку хронічної перевтоми, до зниження працездатності, виникнення таких симптомів як поганий сон, сонливість, головний біль, головокружіння, нудота, лабільність настрою, роздратованість, зниження слуху, порушення терморегуляції.

Специфічною реакцією організму на акустичну дію є зміни у звуковому аналізаторі, що виникають під впливом шуму. Зниження слуху частіше виникає в умовах професійної діяльності і заключається в тому, що внаслідок звукового подразнення виникають біохімічні і гістологічні зміни в усіх відділах слухової системи. В основі цих змін лежить виснаження обмінних процесів, а також судинні зміни. Всі інші зміни в організмі, що являють собою комплекс послідовних реакцій, відповідь на дію шуму, наступають внаслідок тісних зв'язків слухової системи з чисельними нервовими центрами на різноманітних рівнях і характеризують неспецифічну дію шуму [6].

Зміни з боку центральної нервової системи, що наступають під дією шуму, являють собою складний механізм нервово-рефлекторних та нейрогуморальних зрушень, які можуть привести до порушення рівноваги процесів внутрішнього гальмування в центральній нервовій системі. Вплив шуму проявляється у напруженні симпатико-адреналової системи з проявами її недостатності. Порушується вітамінний обмін, мікроциркуляція і змінюється реактивність термінальних судин, спастичний і спастично-атонічний стан дрібних судин у різноманітних областях тіла і тканини.

Зміни з боку серцево-судинної системи виявляються у виді нейроциркулярної дистонії з явищами серцевої гіперкінезії та гіпертонічної хвороби. Спостерігаються зміни частоти пульсу, в основному це брадикардія і аритмія. Знижується і загальна опірність організму, імунобіологічна реактивність.

З боку органів травлення в основному виникають скарги на зниження апетиту, нудота, почуття перенасичення тощо. Тривала дія шуму приводить до підвищення шлункової секреції, тонуусу стінки шлунка, перистальтики. Порушується скорочувальна здатність тонких кишок, що порушує процес травлення, знижує ефективність засвоєння їжі та сприяє розвитку патологічних процесів у кишечнику. Важливою є тривала дія шуму на жовчний міхур і жовчовивідні протоки, що веде до порушення жовчовивідного апарату і викликає порушення відпливу жовчі з печінки і жовчного міхура у дванадцятипалу кишку.

При цьому спостерігається застій жовчі в печінці і жовчних шляхах, що викликає запальні процеси, розвиток жовчнокам'яної хвороби.

Отже, шумова хвороба – це загальне захворювання організму з переважним ураженням органу слуху, центральної нервової і серцево-судинної систем, яке розвивається в результаті тривалої дії інтенсивного шуму [4].

Серед населення, яке проживає в шумних районах міста, число серцево-судинними захворювань є в декілька разів частішими, ніж у мешканців тихих районів. Доведена наявність кореляції між інтенсивністю шуму і захворюваністю населення. Виявлена також залежність захворювань серцево-судинної системи від дії шуму. Рівень цієї патології у жінок, що не працюють, але проживають в будинках, де рівень шуму досягає 70-75дБ, у 2-3 рази вищий, ніж у жінок, що проживають в будинках, де середній рівень шуму нижчий, ніж 70дБА. Встановлена також кореляція між захворюваністю домогосподарок та рівнем шуму. Згідно з даними багатьох вчених, в умовах побуту найбільш характерними симптомами дії шуму є роздратованість, втомлюваність та порушення концентрації уваги, пам'яті. В таких умовах проживання виявляється в 3 рази більше хворих ішемічною хворобою серця, ніж у мешканців тихого району.

Таким чином, побутовий шум може викликати зміни не лише функціонального стану центральної нервової системи і неврози, але і виявляти негативний вплив на цілий організм, особливо дитячий і старечий [8, 10].

Інфразвук впливає на внутрішні органи, що зв'язані з однаковою частотою коливань інфразвуку і внутрішніх органів. Під дією інфразвуку можуть виникнути неприємні явища у виді нудоти, болів у шлунку, вібрації грудної клітки, болів голови, головокружіння, почуття страху та неспокою. При цьому спостерігається гіперемія барабанної перетинки, пригнічення мозкової геодинаміки, зміни функції дихальної і серцево-судинної системи.

Ультразвук викликає механічну, теплову та фізико-хімічну дію. При місцевій дії виявляється ураження периферичної нервової системи і кровоносної системи. Зміни з боку центральної нервової системи проявляються у вигляді

лабільності настрою, підвищення порогу збудливості слухового та зорового аналізаторів [5].

У зв'язку з тим, що шум є шкідливим виробничим чинником, а у ряді випадків і небезпечним, гранично допустимі рівні для шумів різних видів порівнюють з еквівалентними рівнями безперервних шумів.

Шкала інтенсивності шуму представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Шкала інтенсивності шуму, дБ [1]

Недопустимі рівні шуму	150	Смертельно для людини
	130	Поява больового відчуття, сильний негативний вплив на здоров'я
	120	Гучна музика (рок-ансамблі), рев реактивних літаків, постріли гармат, робота відбійних молотків на близьких відстанях (25-30м)
	110	Значно шкодить слухові й здоров'ю при тривалому впливі
	100	Шум поїздів метро, дробильних машин і потужних пресів на виробництвах, автомобільні сирени, вуличний шум при інтенсивному русі транспорту
	90 80	Товарний поїзд, вантажний автотранспорт (на відстані 30-50 м), будильники, пирососи, компресори, рев трибун на стадіонах
Допустимі рівні шуму	70 60	Автомобільний рух на трасах, друкарські бюро, шум на вокзалах, в універмагах
	50 40	Мало інтенсивний вуличний рух, розмова кількох осіб
	20	Шелест листя дерев
	10	Дихання людини

Шум шкідливий не лише для людини. Встановлено, що рослини під впливом шуму повільніше ростуть, у них спостерігається надмірне виділення вологи через листя, можливі порушення клітин. Аналогічно діє шум на тварин: гинуть личинки бджіл, в пташиних гніздах дає тріщини шкарлупа яєць, знижуються надої, приріст ваги у свиней, несучість курей, хворобливо переносять шум риби.

Фізіолого-біологічна адаптація живих істот, в т.ч. і людини до шуму практично неможлива, тому регулювання і обмеження шумового забруднення довкілля - важливий і обов'язковий захід [1].

### 1.3 Екологічне нормування джерел антропогенного шуму

Для оцінки ступеня шумового забруднення навколишнього природного середовища необхідно знати як реальний шумовий фон, так і допустимий рівень шумів, встановлених санітарними нормами №3077-84. Відповідно до цих норм сумарний, фактичний шум, створюваний різними техногенними джерелами, не повинен перевищувати допустимих рівнів шуму [15-23].

При екологічному нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за граничнодопустимим спектром шуму;
- нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра ( дБА ).

Перший метод нормування - основний для постійних шумів.

Для нормування постійного шуму вибрані наступні параметри:

- рівень звукового тиску  $L_p$ , дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц;
- рівень інтенсивності звуку  $L_I$  (шкала А, дБ).

Другий метод нормування допускається застосовувати для орієнтовної оцінки. При цьому як і характеристика постійного широкосмугового шуму на робочих місцях приймається рівень звуку в дБА, який вимірюється на часовій характеристиці “повільно” шумоміра.

У разі непостійного шуму нормованими параметрами вибрані:

- еквівалентний рівень звуку  $L_{\text{екв}}$  (шкала А, дБ);
- максимальний рівень звуку  $L_{\text{max}}$ , дБА [4].

Під еквівалентним (по звуковій енергії) рівнем звуку  $L_{\text{екв}}$  непостійного шуму розуміється рівень звуку постійного широкосмугового шуму, у якого середньквадратичний звуковий тиск рівний за певний часовий інтервал.

За максимальний рівень інтенсивності звуку  $L_{Jmax}$  прийнятий рівень інтенсивності звуку, відповідний максимальному свідченню шумоміра, протягом 1% часу вимірювання. Загальне вимірювання на всьому діапазоні октав повинно становити не менше 30 хвилин. Результати порівнюють з допустимими [5].

При вимірюваннях рівні звуку розбивають на піддіапазони до 5 дБА. Кожен піддіапазон характеризується середнім значенням  $J_i$ . Тоді  $L_{екв}$  визначають по формулі:

$$L_{екв} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{100} \sum_i^n t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right), \quad (1.6)$$

де  $J_i$  — рівень звуку піддіапазону  $i$ , дБА;  $n$  — число піддіапазонів;  $t_i$  — відносний час дії шуму піддіапазону  $L_i$  (у відсотках від часу вимірювання) [11, 13].

Гранично допустимі дози (за шкалою А в дБ) залежно від тривалості дії представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Гранично допустимі рівні шумів

Тривалість дії, год	8	4	2	1	0,5	0,25	0,12	0,02	0,01
Гранично допустимі рівні (по шкалі А), дБ	90	93	96	99	102	105	108	117	120

Граничні рівні шуму в деяких частотних інтервалах представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Граничні рівні шумів [3]

Частота, Гц	1-7	8-11	12-20	20-100
Граничні рівні шуму, дБ	150	145	140	135

В таблиці 1.4 приводяться дані по допустимим рівням звукового тиску (дБА). Для непостійного шуму нормується еквівалентний та максимальний рівні шуму одночасно [4].

Таблиця 1.4 - Допустимі рівні звуку в різний час доби

Зона дії звуку	Допустимий рівень звуку в різний час доби, дБА			
	8 <sup>00</sup> –22 <sup>00</sup>		22 <sup>00</sup> –8 <sup>00</sup>	
	Еквівал.	Максим.	Еквівал.	Максим.
Учбові приміщення	40	55	-	-
Житлові кімнати	40	55	30	45
Номера готелів, гуртожитків, територій лікарень та санаторіїв	45	60	35	50
Зали столових, кафе	55	70	-	-
Зали очікування вокзалів, аеропортів	60	75	-	-
Території, прилеглі до житлових будинків, дитячим садочкам і т.д.	55	70	45	60
Площадки відпочинку житлових будинків, шкіл, інститутів і т.д	45	60	-	-

Для вимірювання рівнів шуму використовують прилади, які називаються шумомірами. Найбільшого поширення набули шумоміри "Шум-Г", ВШВ-1, ШВК-1, ВШВ-003; "Брюель і К'єр" виробництва Данії; RFT німецького виробництва. Принцип їхньої дії ґрунтується на перетворенні за допомогою мікрофона звукових коливань повітря на електричну напругу, що реєструється стрілковим індикатором, градуйованим у децибелах. Шумоміри комплектуються фільтрами для частотного аналізу спектру шуму [6].

Для вимірювання рівнів звукового тиску в межах 16-16000 Гц в октавних смугах частот і рівнів звуку інтенсивністю 30-140 дБ використовують комплексну апаратуру для вимірювання шуму й вібрації ВШВ-1.

За об'єктивні критерії шкідливого впливу шуму на організм працюючого слугують інтенсивність змін окремих слухових функцій і час їх відновлення. Для оцінки стану слухового аналізатора переважно використовують метод визначення тимчасового і постійного зміщення порогів слухової чутливості. Визначення порогів слухової чутливості у децибелах до звуків різної частоти, які сприймаються



кожним вухом окремо як слухове відчуття, називається тональною пороговою аудіометрією.

Звичайно використовують аудіометри: клінічний (АК), призначений для детального клінічного обстеження, поліклінічний (АП) - для поліклінічного обстеження слухової функції, масовий (АМ) - для масової орієнтовної оцінки слухової функції, а також аудіотестер АТ-01 [5].

Тимчасове зміщення порога слухової чутливості визначають за різницею порогів на початку і в кінці робочої зміни на частотах 1000, 2000 і 4000 Гц. Постійне зміщення порога слухової чутливості (втрата слуху) визначається не раніше ніж через 14 год після впливу шуму з рівнем понад 80 дБА.

Вимірювання рівня шуму та всіх пов'язаних з ним параметрів проводиться фізико-хімічними лабораторіями, санітарно-епідеміологічними станціями та лабораторіями науково-дослідного криміналістичного центру.

Нормування шумових забруднень є одним з початкових етапів при розробці методів захисту навколишнього природного середовища [3].

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ВІД АНТРОПОГЕННОГО ШУМУ

### 2.1 Засоби індивідуального захисту від шуму

На робочих місцях, де не вдається домогтися зниження шуму до допустимих рівнів технічними засобами або де це недоцільно з техніко-економічних міркувань, доцільно застосовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від шуму [8].

Основне призначення ЗІЗ - захистити найбільш чутливий канал проникнення звуку в організм людини - вухо. Тим самим різко послаблюються звуки, які впливають на барабанну перетинку, а отже, і зменшуються коливання чутливих елементів внутрішнього вуха. ЗІЗ дають змогу запобігти розладу слухового аналізатора і нервової системи людини від дії надмірного шумового подразника. Вони найефективніші в зоні звуків високих частот, найбільш шкідливих і неприємних для людини.

Ефективність індивідуального захисту від шуму особливо помітна у працівників з малим стажем роботи в умовах шуму, коли їхні органи слуху ще не травмовані. Однак і для осіб з погіршеним слухом застосування ЗІЗ не тільки запобігає подальшому погіршенню його, а й може привести до деякого його поліпшення.

ЗІЗ вибирають, виходячи з частотного складу шуму на робочому місці, зважаючи на зручність носіння їх при даній робочій операції і кліматичних умовах. ЗІЗ підібрані правильно, якщо шум на робочому місці з урахуванням послаблення, що забезпечує ЗІЗ (його ефективності), не перевищує граничне допустимих значень для даного робочого місця в смугах частот, що нормуються [8, 15].

ЗІЗ в залежності від конструктивного виконання поділяються на протишумові вкладки (вставки), протишумові навушники, протишумові шоломи і каски, протишумові костюми. Вкладки перекривають зовнішній слуховий прохід

або прилягають до нього. Навушники закривають вушну раковину зовні. Шоломи і каски закривають частину голови і вушну раковину. Протишумові костюми закривають тіло людини і голову (або її частину).

Вушні вкладки є найпростішим типом ЗІЗ. Як правило, вони виготовляються з м'яких еластичних матеріалів – гуми, пластмас, різноманітного волокна. Їх вводять безпосередньо в зовнішню (хрящову) частину слухового проходу і залишають там без додаткових засобів підтримки. За правильного положення вкладки повітряний об'єм між нею і барабанною перетинкою повинен складати приблизно  $0,5 \text{ см}^3$  при поперечному перетині слухового проходу в кістковій його частині  $0,5 \text{ см}^2$ . У цьому випадку замкнута порожнина зовнішнього слухового проходу разом із барабанною перетинкою являє собою резонатор, частота власних коливань якого складає приблизно 1300 Гц [16-24].

Існують протипокази щодо застосування вставок будь-якого типу за наявності захворювань шкіри зовнішнього слухового проходу. У цьому випадку можна використовувати навушники.

Навушники складаються з двох корпусів і дужки. Корпуси виготовляють з пластмаси або металу, а всередині них для підвищення ефективності розташовують шар звукопоглинального матеріалу.

Дужки служать для утримання навушників і притискання їх до привушної області. Зазвичай, їх виготовляють металевими або пластмасовими, підпружиненими і регульованими за розмірами голови.

Навушники, як правило, мають більшу ефективність за вкладки в діапазоні середніх і високих частот. Проте вони в ряді випадків незручні в експлуатації (велика маса, наявність притиску до привушної області, запотівання шкіри під навушниками за підвищеної температури та ін.). Тому навушники частіше застосовують у тих випадках, коли потрібно їх періодичне використання.

Існують нові типи навушників, які базуються на принципі активного гасіння шуму шляхом створення під навушником за допомогою розташованого в ньому мініатюрного електронного пристрою, звукових коливань, які за фазою зміщені на половину періоду в порівнянні з шумом, що проникає через навушник [8].

Шоломи закривають більшу частину голови і, як правило, захищають її не лише від шуму, але і від травмування внаслідок ударів, холоду й ін. Вони повинні щільно облягати привушну область і всю голову, тому виготовляються різних розмірів. Шоломи доцільно застосовувати для захисту людини від особливо інтенсивного шуму, коли він сприймається не лише безпосередньо органом слуху, але і проникає в організм внаслідок кісткової провідності через кістки черепа.

Орієнтовані дані про ефективність ЗІЗ, отримані в лабораторних “ідеальних” умовах, наведені в таблиці 2.1. Максимальна ефективність ЗІЗ досягається при спільному використанні навушників (шоломів) і вставок [9].

Деякі типи навушників і вставок, що випускаються за кордоном, є “амплітудно-чутливими” – їх ефективність зростає із збільшенням рівнів шуму. Вони особливо ефективні при захисті від імпульсних шумів [8].

Таблиця 2.1 – Ефективність ЗІЗ різноманітних типів

Типи ЗІЗ	Ефективність ЗІЗ, дБ, у частотному діапазоні, Гц			
	20-100	100-800	800-8000	Вище 8000
Вкладки	5-20	20-35	30-40	30-40
Навушники	2-15	15-35	30-45	35-45
Навушники разом з вкладками	15-25	25-45	30-60	40-60
Шоломи	2-7	7-20	20-55	30-55
Космічні шоломи	5-10	10-25	30-60	30-60

Основні характеристики ЗІЗ виробничого призначення наведені в таблиці 2.2 [16]. Особам, які тривалий час працюють в умовах шуму, необхідно звикати до протишумів поступово, за 1-2 місяці, що дає змогу організму перебудуватися і виключає можливі неприємні відчуття.

Таблиця 2.2 – Характеристики ЗІЗ від шуму

Назва	Призначення	Рівень шуму, дБ, до	Маса, кг
Протишумові	Для захисту від середньо- і	120	0,18

наушники ВЦНННННННН-2М	внсокочастотного шуму		
Протншумовн наушники ВЦНННННННН-4А	Для захнсту вд внсокочастотного шуму	105-110	0,07
Протншумовн наушники ВЦНННННННН-А1	Те ж	115	0,175
Протншумовн наушники ВЦНННННННН-1	Те ж	110	0,12
Протншумовн наушники ВЦНННННННН-7Н	Для захнсту вд внсокочастотного виробничого шуму з пристроєм для регулювання ефектнвностн (зменшення нн)	115	0,28
Протншумовн наушники ПШ-00	Для захнсту вд внсокочастотного шуму	-	0,18
Шумозахнсні дужкн ШЗО-1	Для захнсту вд середньн- н внсокочастотного шуму	120	0,37
Каска ВЦНННННННН-2	Для захнсту голови вд травм н ураження електричним струмом, захнстн вд середньн- н внсокочастотного шуму	120	0,60
Протншумовн наушники з крпленням на захнсну каску “Салво”	Те ж	115	-
Протншумовн заглушкн (вкладкн) “Антнфонн”	Для захнсту вд внсокочастотного шуму	105	0,002
Протншумовн вкладкн “Берушн”	Для захнсту вд середньн- н внсокочастотного шуму	105	0,0004
Протншумовн вкладкн “Трнбок” н “Пелюстка”	Те ж	105	0,0015

Якщо застосування ЗНЗ вд час уснєн робочнн змнн немнжлнве, то рекомндується вкнрнстовуватн нх перноднчно. Це дає змогу частково вдновлюватн чутлнвнсть органу слуху н зннжує його втому [19].

Успншнмн є спроби зннження шкндливої днн виробничого шуму завдякн “озвучуванню” наушннкнв за допомогон вмонтованнх невелнких гучномовцнв,

на які подається музика. В таких випадках необхідним є індивідуальне регулювання гучності і можливість вибору програми [8].

## 2.2 Засоби колективного захисту від шуму

При розробці або виборі методів захисту від шуму застосовується цілий комплекс заходів, які включають:

- проведення необхідних акустичних розрахунків і вимірювань, їх порівняння з нормованими і реальними шумовими характеристиками;
- визначення небезпечних та безпечних зон; розробка та застосування звукопоглинаючих, звукоізолюючих приладів та конструкцій;
- вибір відповідного обладнання і оптимальних режимів роботи;
- проведення архітектурно-планувальних робіт та ін. [3].

На рисунку 2.1 вказані засоби колективного захисту.

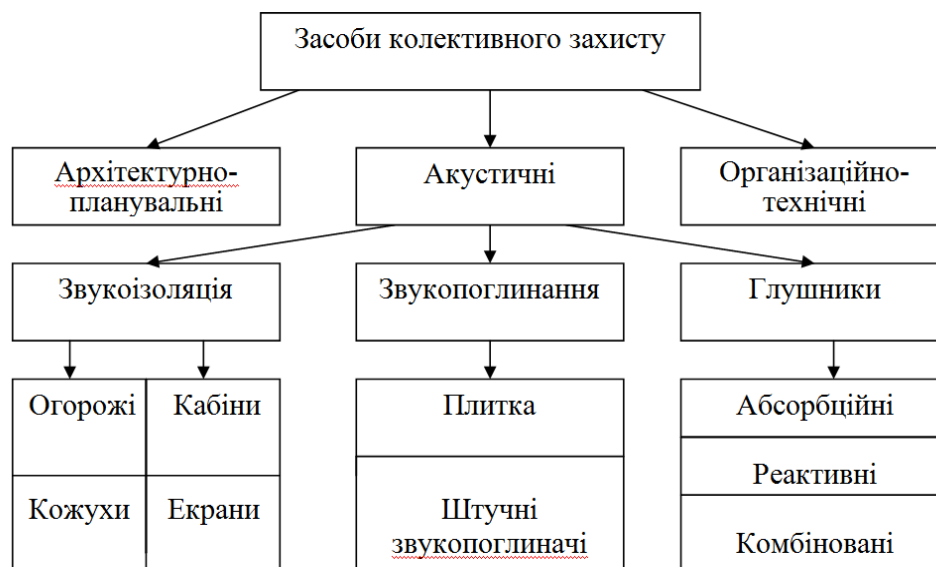


Рисунок 2.1 – Схема колективного захисту від шуму

### 2.2.1 Архітектурно-планувальні засоби колективного захисту.

До архітектурно-планувальних засобів зниження шуму відноситься звукоізоляція.

Принцип звукоізоляції базується на відбитті звуку від огорожувальних поверхонь і послабленні шуму при проходженні його через огороження. Суть способу зниження шуму звукоізоляцією полягає в тому, що об'єкт, який є джерелом шуму, або декілька найбільш шумних об'єктів розташовують окремо, ізолюючи їх від основного, менш шумного приміщення.

Усі застосовуванні види промислової звукоізоляції можуть бути представлені практично трьома схемами, кожній з яких відповідає своя розрахункова формула необхідної звукоізоляції [18].

До першої схеми відноситься звукоізоляція самого джерела шуму: звукоізолюючі оболонки довкола машини.

До другої схеми відноситься звукоізолююча стіна (перегородка, екран, вигородка), яка відокремлює приміщення джерела шуму від нормованого за шумом приміщення.

До третьої схеми відноситься звукоізолююча оболонка довкола людини, довкола її робочого місця, робочої зони, місць переговорів або відпочинку і т.д. Це – звукоізолюючі кабіни і пости керування, телефонні кабіни, кімнати відпочинку на виробництві і т.д. [18].

Розглянемо такі найбільш вживані види звукоізоляції як звукоізолюючі огорожі, звукоізолюючі кожухи та акустичні екрани.

Звукоізолюючі огорожі. У звукоізолюваному приміщенні звукова енергія залежить не тільки від коефіцієнта проникності  $K_{np}$ , але і звукопоглинання. Звукоізолююча здатність  $S_n$  огорожі з урахуванням звукопоглинання для ізолюваного приміщення може бути представлена у вигляді:

$$S_n = 10 \lg \frac{1}{K_{np}} + 10 \lg \frac{S}{\sum K_n S_i}, \quad (2.1)$$

де  $S$  - площа огорожі,  $m^2$ ;  $\sum K_n S_i$  - сума загальних звукових поглинань всіх тіл, що знаходяться в приміщенні, включаючи стіни, підлогу, потовк і т.д.;  $K_{np}$  - коефіцієнт проникності.

Звукоізоляцію характеризують середніми величинами по всьому частотному діапазону або величиною звукоізоляції на деяких середніх частотах. Захисні конструкції повинні володіти такою звукоізоляцією, при якій рівень гучності проникаючого через них шуму не перевищував допустимі норми [17].

Звукоізоляція захисної конструкції не залежить від фізичної структури матеріалу, якщо складові елементи володіють приблизно однаковою густиною і модулем пружності. В цьому випадку звукоізоляція визначається, в основному, масою на одиницю площі. На власних частотах звукоізоляція масивних огорож різко зменшується. Для збільшення звукоізоляції застосовуються шаруваті захисні конструкції. У них жорсткі елементи, що мають велику масу, чергуються з гнучкими шарами.

При розробці звукоізолюючих огорож, що мають вікна, двері і інші нещільності, через які легко проникає шум, враховують середню звукоізоляцію такої огорожі і рахують її більше необхідної величини.

Звукоізолюючі кожухи. Для ефективної боротьби з шумом машин, різних пристроїв і установок застосовуються звукоізолюючі кожухи, які повністю закривають джерела шуму, не даючи розповсюджуватися звуковим коливанням у вільному просторі або у виробничих приміщеннях. Конструкція кожухів відрізняється великим різноманіттям відповідно до типу механізму і може бути стаціонарною, розбірною, знімною, мати оглядові вікна, двері та ін.

Звукоізолюючі кожухи застосовують спільно з поглинаючими матеріалами і глушниками шуму [13, 16].

Необхідна ефективність  $L_{np}^x$  звукоізолюючого кожуха розраховується за наближеною формулою:

$$L_{np}^x = L - L_{дон} + 5 \quad (2.2)$$



де  $L$  - рівень звукового тиску в зоні вимірювання або розрахунковій точці;  
 $L_{дон}$  - нормований (допустимий) рівень.

Прийнято вважати, що фактичне зниження шуму в результаті застосування кожуха  $\Delta L^x \geq L_{тр}^k$ .

Акустичні екрани. Звукоізолюючі конструкції у вигляді акустичних екранів застосовуються для зниження рівня шумів в навколишньому середовищі, створюваних відкрито встановленими джерелами шуму на території підприємств. Використовування акустичних екранів доцільне в тому випадку, якщо рівень шуму джерела перевищує більш ніж на 10 дБ рівня шумів, створюваних іншими джерелами в даній зоні [14, 20].

Ефективність акустичного екрану розраховується з урахуванням розмірів і форми конструкції екрану, властивостей матеріалів, що використовуються, особливостей звукового поля в зоні акустичної тіні через дифракційні явища і т.п. Конструкція акустичних екранів може бути самої різної форми або стаціонарного виконання, або пересувна.

Звукоізолюючі поверхні екранів виготовляються з металу, бетону, пластмаси і т.д. Поверхня з боку падаючого звукового поля облицьовується звукопоглинальним матеріалом. Для збільшення зони акустичної тіні розміри екранів (ширина і висота) повинні більш ніж в 3 рази перевищувати розміри установки, що чинить шум. При низьких частотах розміри екранів теж повинні збільшуватися для отримання необхідного рівня зниження. По цих міркуваннях акустичні екрани слід використовувати на середніх і високих частотах, а у області низьких частот застосовувати комплексні заходи зниження шумів (використовування глушників, звукоізолюючих кожухів, звукопоглинання, вибір оптимального режиму роботи джерела шуму і т. п.) [13].

### **2.2.2 Будівельно-акустичні засоби захисту від антропогенного шуму.**

У випадку, коли джерело шуму не може бути ліквідоване, послаблене або огорожене звукоізолюючою огорожею, можливе зниження шуму засобами

звукопоглинання. Метод звукопоглинання виправдовує себе за незначного початкового звукопоглинання: середній коефіцієнт звукопоглинання в октавній смузі із середньгеометричною частотою 1000 Гц не повинен перевищувати 0,25. Необхідно, крім цього, врахувати, що практична величина зменшення рівня шуму складає, в середньому, в приміщенні близько 6-8 дБ, що дозволяє рекомендувати цей метод у випадках невеликих рівнів виробничого шуму. За великих рівнів шуму метод звукопоглинання потрібно вважати додатковим до інших, більш ефективних методів боротьби з шумом.

Засоби звукопоглинання застосовуються для зниження шуму на робочих місцях, які знаходяться в приміщеннях з джерелами шуму або в приміщеннях, куди проникає шум із сусідніх шумних приміщень.

Найбільшу ефективність звукопоглинання можна одержати в точках, розташованих в зоні відбитого звуку (на відстані від джерела), де звукове поле повністю визначається щільність енергії відбитих звукових хвиль [8].

До звукопоглинальних матеріалів відносяться такі матеріали, у яких коефіцієнт поглинання  $K_n > 0,3$ . У залежності від механізму звукопоглинання матеріали діляться на декілька видів. До першого виду відносяться матеріали, в яких поглинання здійснюється за рахунок в'язкого тертя повітря в порах (волоконні пористі матеріали типу ультратонкого скляного і базальтового волокна), внаслідок чого кінетична енергія падаючої звукової хвилі переходить в теплову енергію матеріалу. До другого виду звукопоглинальних матеріалів відносяться матеріали, в яких крім в'язкого тертя в порах відбуваються втрати релаксацій, пов'язані з деформацією нежорсткого скелета (деревоволокнисті матеріали, мінеральна вата і т. п.). До третього виду відносяться панельні матеріали, звукопоглинання яких обумовлене деформацією всієї поверхні або деяких її ділянок (фанерні щити, щільні штори і т. п.). Цей вид звукопоглинальних матеріалів має максимальне згасання на низьких частотах.

Для збільшення поглинання пористих матеріалів на низьких частотах або збільшують їх товщину, або використовують повітряний проміжок між

матеріалом і огорожею. Відносні поглинаючі матеріали не дають необхідного поглинання на всіх частотах звукового діапазону. З цією метою застосовуються звукопоглинальні конструкції. Конструктивно звукопоглинальні матеріали використовують декількох типів: резонансні, шаруваті, пірамідальні [5, 13].

Резонансні конструкції. Звукопоглинальні конструкції із значним поглинанням в діапазоні низьких частот виконуються у вигляді панелей, виготовлених з тонких пластин, закріплених на рамі. Між пластинами і поверхнею існує повітряний проміжок. Під дією звукових хвиль панелі починають коливатися, причому максимальні амплітуди коливань будуть у випадку співпадання власної частоти коливання конструкції і збурювальних частот (явище резонансу) [8].

Шаруваті поглиначі. Цей тип конструкції виконується у вигляді певного числа шарів із звукопроникних матеріалів (тканин, металевих сіток, перфорованих листів, фанери і т. п.), розділених один від одного повітряними проміжками. Різні комбінації проклеєних повітронепроникних тканин і металевих сіток дозволяють одержувати звукопоглинання по енергії падаючої звукової хвилі до 99%. Товщина таких поглиначів повинна складати приблизно половину найбільшої довжини хвилі звукового поля.

Пірамідальні конструкції. Цей тип звукопоглиначів є пірамідальними каркасами з вершинами, направленими всередину приміщень. Застосування звукопоглинальних матеріалів і пірамідальних конструкцій особливо корисно при розробці звукомірних камер, в яких коефіцієнт віддзеркалення звукової хвилі від стін повинен бути дуже малий [21-24].

Основною метою акустичної обробки приміщень є зниження рівня шумів відображених звукових хвиль. Акустична обробка дозволяє понизити рівень шумів як у виробничому приміщенні і тим самим поліпшити умови праці, так і в житлових забудовах, розташованих поряд з виробничими приміщеннями.

При акустичній обробці з метою звукопоглинання застосовують облицювання стін, стель і т.п. як по всій поверхні, так і частково. Разом із застосуванням облицювальних матеріалів використовують також штучні звукопоглиначі [3, 18].

Штучні звукопоглиначі виконуються у вигляді одно- або багат шарових об'ємних звукопоглинальних конструкцій, які мають форму куба, паралелепіпеда, конуса, кулі, призми і котрі підвішуються до стелі приміщення. В приміщеннях з достатньо дифузним звуковим полем штучні звукопоглиначі доцільно розміщати біля стелі (на відстані до 0,5 м). в цехах, де частка прямого звуку переважає над відбитим, більш вигідно розташовувати штучні поглиначі на мінімально можливій відстані від джерела шуму.

Основним критерієм для оцінки ефективності звукопоглинача є частотна характеристика звукопоглинання і її відповідність даному спектру шуму, тобто максимальній ділянці в спектрі шуму повинен відповідати і максимум звукопоглинання [8].

Вибір звукопоглинальних матеріалів проводиться не тільки з метою отримання максимального ефекту поглинання в необхідному частотному діапазоні, але і з урахуванням небезпечних і шкідливих виробничих чинників конкретного виробництва. Таким чином, не кожен звукопоглинальний матеріал володітиме необхідними ефективністю і терміном служби в певних виробничих умовах [15].

Акустичне оброблення ефективне лише для дуже лунких приміщень з огорожувальними поверхнями з бетону, цегли, скла, у яких звукопоглинання невелике. Найбільшого ефекту можна досягти в приміщеннях витягнутої форми, довжина і ширина яких в 5 разів більша від висоти, а висота не перевищує 6 м. У приміщеннях більшої висоти влаштовується підвісна стеля безпосередньо над джерелом шуму і якомога ближче до нього, але не вище 6 м від підлоги. Рекомендується облицьовувати не менше 60 % загальної площі поверхонь, що обмежують приміщення. Стіни облицьовують, залишаючи необлицьованими лише їх нижні частини (2 м висоти) [8].

### **2.2.3 Організаційно-технічні засоби зниження шуму.**

Для зниження повітряного шуму, що створюється газодинамічними установками, в яких є ділянки руху газу, використовуються глушники шуму. Їхне

головне призначення полягає в зниженні шуму, що спричинюється потоком газу на виході каналу, де відбувається випуск газів у атмосферу.

Разом з тим глушники не повинні істотно змінювати продуктивність каналу випуску газів або циркуляції повітря і ККД устаткування в цілому [17, 21]. Глушники шуму поділяють на три типи: абсорбційні, реактивні та комбіновані. В абсорбційних (активних) глушниках зменшення шуму за глушником досягається завдяки перетворенню в елементах глушника звукової енергії хвиль, що набігають, на теплоту. У реактивних (відбивних, рефлексних) глушниках зменшення шуму обумовлюється відбиванням енергії звукових хвиль, що набігають. Глушники, в яких відбуваються і дисипація, і відбивання звукової енергії, називають комбінованими.

Абсорбційні глушники оснований на використанні в каналах (трубопроводах) звукопоглинального матеріалу, здебільшого пористих поглиначів. При цьому втрати спричинюються в'язким тертям у порах при русі по них повітря, теплообміном між повітрям у порах і основою матеріалу, а також внутрішнім тертям при деформуванні основи. При падінні звукової хвилі на поверхню пористого матеріалу будь-якої товщини змінний потік повітря розподіляється по окремих порах; коливальна швидкість частинок при цьому зростає порівняно із швидкістю у вільній хвилі, внаслідок чого відбувається ефективне поглинання енергії звукової хвилі. Активні глушники застосовуються для зниження шуму, що має суцільний спектр, а також дискретний спектр з багатьма гармонічними складовими.

Глушник абсорбційного типу, як правило, становить канал, який облицьований звукопоглинальним матеріалом. Він виконується у вигляді ряду прямокутних чи круглих каналів (стільникові глушники) або паралельних плоских щитів, що встановлені в каналі (пластинчастий глушник). Часто з конструктивних міркувань і для збільшення загасання (шляхом збільшення довжини) канали роблять зігнутої форми [11].

Для оцінки акустичних властивостей конструкції глушника використовується нормальний акустичний опір — відношення звукового тиску до нормальної компоненти швидкості частинок на поверхні матеріалу:

$$Z_a = R_a + jX_a, \quad (2.3)$$

де  $R_a, X_a$  — відповідно активна і реактивна компоненти опору [9].

Глушники реактивного типу підрозділяють на камерні, резонансні та комбіновані. Камерні глушники становлять розширену порожнину по перерізу трубопроводу, що пропускає без помітного послаблення коливання в деякій зоні частот, а в інших зона відбиває їх у зворотному напрямі.

Ефективність зниження шуму зростає до частоти, яка дорівнює половині першої резонансної частоти камери, потім до частоти першого поперечного резонансу характерні смуги загасання, що чергуються. На частотах вище першої резонансної в камері збуджуються поздовжні, поперечні й комбіновані резонанси об'єму. При цьому ефективність камери знижується на 3 дБ. Характеристики камерних глушників можна істотно поліпшити, наприклад, зміною геометрії камери, що виключає провали в частотній характеристиці загасання, а також розташуванням зрізів впускної та випускної труб у вузлах нижчих власних форм або так, щоб відбувалася компенсація одних форм коливань іншими [12, 16].

Збільшення довжини камери зсуває частоту першого максимуму загасання в зону низьких частот. Як правило, застосовують дві послідовні однакові камери; далі збільшення кількості камер недоцільне.

Резонансні глушники — це порожнини з жорсткими стінками, які сполучаються з трубопроводом через отвори, реалізуючи таким чином набір резонаторів Гельмгольца. Добротність цих резонаторів висока, отже, смуга робочих частот вузька. Використання резонансних багатокамерних глушників, які складаються з ідентичних камер, але з різною кількістю та різними розмірами отворів, дає змогу змінювати резонансну частоту і забезпечити достатнє загасання в заданій смузі частот.

Зазначимо, що реактивні глушники використовуються здебільшого для зниження шуму на низьких частотах, де вони, як правило, більш ефективні, ніж абсорбційні глушники. Перевагою реактивних глушників є гладкість їхніх поверхонь: вони не бояться заповнення, засмічення викидами і легко прочищаються [10].

Комбіновані реактивні глушники, які мають ділянки з поглиначем, ефективні в широкій смузі частот. Поглиначі розміщують у вузлах тиску. Внаслідок цього поглиначі часто можуть мати досить своєрідну форму. Конструкцію глушників слід вибирати залежно від розмірів повітроводу (в системах вентиляції, кондиціонування і повітряного опалення), допустимої швидкості повітряного потоку і потрібного зниження рівнів шуму [9].

Зниження рівнів звукового тиску (рівнів шуму) в камерних повітрозбірних пристроях визначається за формулою:

$$\Delta L = \sum_{i=1}^n 10 \lg \left( \frac{A_i}{S_{i\text{вих}}} \right), \quad (2.4)$$

де  $n$  — кількість камер;  $A_i = \alpha_i S_i$  — повне звукопоглинання ( $\alpha_i$  — ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання внутрішніх поверхонь камери площею  $S_i$ );  $S_{i\text{вих}}$  — площа вільного перерізу вихідного каналу.

У приміщеннях для вентиляційного обладнання зовнішній кожух глушника і повітровод, що розташований у цьому приміщенні, слід ізолювати зовні так, щоб октавні значення ізоляції повітряного шуму стінками глушника і повітровода були не менші ніж:

$$R = L + 10 \lg S_{2l} - L_p + L_p \sum -4, \quad (2.5)$$

де  $L$  - октавний рівень звукового тиску в приміщенні для вентиляційного обладнання;  $S_{2l}$  - площа поверхні глушника;  $L_p$  - октавні рівні звукової

потужності, що випромінюється вентилятором у повітровод;  $L_{p\Sigma}$  - сумарне зниження октавних рівнів звукової потужності на ділянках повітроводу від вентилятора до виходу з приміщення (включаючи глушники) [16].

Зниження рівнів звукової потужності в повітроводах і поворотах, що облицьовані всередині поглиначем, а також у глушниках визначають експериментально. У газодинамічних установках, як правило, застосовують глушники абсорбційного типу. Типи та розміри глушників вибирають також залежно від температури газу і потрібної площі вільного перерізу глушників. Вертикальні трубчасті глушники застосовують на всмоктуванні повітря компресорних установок, а також на вихлопі компресорних і невеликих газодинамічних установок. У турбокомпресорних установках, великих вентиляційних установках, у шахтах всмоктування та підсмоктування повітря турбореактивних двигунів установлюють пластинчасті глушники шуму [12, 17].

Для зниження шуму випуску дизельних двигунів використовуються реактивні глушники і комбіновані реактивно-активні глушники.

Для боротьби з низькочастотними складовими шуму найбільш ефективні стаціонарні глушники з насипним поглиначем (застосовують гравій, щебінь та інші зернисті матеріали), їхніми перевагами є невелика вартість і можливість формувати конструкції з заданим опором продуванню і довільною товщиною [9].



### **3 РОЗРОБКА БУДІВЕЛЬНО-АКУСТИЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВАТ «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН»**

#### **3.1 Характеристика джерел антропогенного шуму на підприємстві ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон»**

ВАТ «Гніванський завод спец залізобетон» – одне з трьох підприємств України по випуску залізобетонних залізничних шпал та одне підприємство з налагодженою технологією по виробництву залізобетонних напірних труб діаметром 500 – 1200 мм і опор контактної сітки для електрифікації залізниці. В кінці 80-х – на початку 90-х років потужність по збірному залізобетону складала більше 200 тис. куб. м. на рік. Номенклатура виробів складає понад 30 видів. У другому кварталі 2006 р. введено сьому технологічну лінію по виробництву залізобетонних шпал. Виробництво промислових виробів на даному підприємстві складає 91 млн.грн., питома вага до загального районного виробництва – 57% [9].

Основними джерелами шуму на підприємстві ВАТ «Гніванський завод СЗБ» є установки, що використовуються на виробництві в цехах. Такими установками є:

- вібратор пневматичний ВП5 для формування залізобетонних труб. Вібратор ВП5 служить для розподілу і ущільнення бетонної суміші в процесі формування залізобетонних труб. Рівень шуму складає біля 130 дБ.

- віброплощадки СМЖ-187Б, СМЖ-200Б і СМЖ-199А - призначені для ущільнення бетонної суміші при формуванні залізобетонних виробів. Рівень шуму в даних установках складає біля 100 дБ. Також використовується віброплощадка СМЖ-538 ударної дії, що призначена для ущільнення бетонної суміші при формуванні залізобетонних виробів масою до 18 т, рівень шуму якої біля 110дБ.

- центрифуги СМЖ-104Б та СМЖ-106Б роликові - призначені для формування залізобетонних труб діаметром 500-900 мм довжиною 5 м. Рівень шуму - 100дБ.

- подавачі СМЖ-354 і СМЖ-425 стрічкові для труб – призначені для подачі бетонної суміші в форми при виготовленні труб. Рівень шуму складає 80дБ [7].

Отже, в процесі роботи технологічне обладнання ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону» створює антропогенне шумове навантаження, яке перевищує санітарно-гігієнічні норми. Працівники підприємства захищені від впливу шуму, тому виникає потреба у розробці додаткових природозахисних заходів для прилеглої житлової забудови.

### **3.2 Вибір засобів колективного шумозахисту для ВАТ «Гніванський завод спец залізобетон»**

Для зменшення впливу шуму на працівників даного підприємства використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як навушники, шоломи, костюми та спецвзуття.

Для зменшення шумового навантаження на прилеглу житлову територію пропонується використовувати звукоізоляцію у вигляді акустичних екранів, екранів-стінок, огорож та шумозахисних вікон.

Під звукоізоляцією розуміється процес зниження рівня шуму, проникаючого через огорожу в приміщення.

Одним із найбільш ефективних будівельно-акустичних засобів зниження шуму є екрани, розміщені між джерелами шуму та об'єктами захисту від нього. Найбільшого поширення отримали спеціальні шумозахисні екрани-стінки або бар'єри. З урахуванням особливостей шумозахисних властивостей екранів найбільш перспективними слід вважати конструкції з уніфікованих елементів, які дозволяють варіювати висоту, довжину, а при необхідності і форму і конструкцію екранів для забезпечення потрібного зниження шуму в тих чи інших умовах забудови.

Матеріали для виготовлення екранів-стін слід підбирати в основному виходячи з конструктивних та економічних поглядів. До найбільш поширених матеріалів, які застосовуються для будівництва екранів, відносяться бетон і

залізобетон. Звукобирні матеріали, використовувані для облицювання і заповнення екранів, повинні мати стабільні фізико-механічні й акустичні показники протягом усього періоду експлуатації, бути біологічно стійкими та вологостійкими, не виділяти в навколишнє середовище шкідливих речовин у кількостях, що перевищує гранично допустимі концентрації для атмосферного повітря [9, 11].

З архітектурних засобів захисту позитивний ефект зі зменшення шуму в житлових будинках також можна одержати за рахунок розміщення з боку вулиці екрануючих будівель тимчасового перебування людей - магазинів, майстерень, столових тощо [17, 19].

В якості звукоізоляційних огорож пропонується використовувати рослинні насадження. Рослини знижують рівень міських шумів, послаблюючи звукові коливання у момент проходження їх через крони. Крона має більший, ніж повітря, акустичний опір, тому вона відбиває і розсіює до 74 % звукової енергії і поглинає до 26 %. Влітку зелені насадження знижують шум на 7-6 дБ, взимку - на 3-4 дБ.

Пониження шуму залежить від розташування зелених насаджень по відношенню до джерела шуму, щільності крони, густоти і пропорційній ширині смуги озеленення.

Рослинні екрани, розташовані вздовж автомагістралей на відстані 30,5 м, зменшують інтенсивність шуму: посадки деревної рослинності - на 4,5-5,5 дБ, чагарникові - до 10 дБ. Деякі насадження висотою у декілька метрів можуть понизити звук на 10 дБ на метр ширини, особливо, якщо дерева мають густе і шорстке листя. Смуга насаджень шириною 200-250 м поглинає таку кількість автомобільного шуму, що він не сприймається як завада. Шум у даному випадку знижується на 35-45 дБ. Зелена смуга шириною 100 м зменшує шум мінімум на 8 дБ. 30-метрова смуга з рідкою посадкою дерев та чагарників зменшує шум на 8-11 дБ, невеликі сквери та квартальні насадження - на 4-7 дБ. Різні породи дерев відрізняються різною здатністю до шумопоглинання. Найбільшою шумозахисною здатністю володіють берест, клен, тополя, липа.

Густі насадження поглинають більше шуму, ніж рідкі; кращі захисні властивості притаманні змішаним насадженням, в яких дерева і кущі мають хорошу вертикальну і горизонтальну зімкнутість та щільне узлісся. Так, рослинний екран із сосни чорної і кизильнику звичайного шириною 6,1 м зменшують рівень шуму на 10-15 дБ.

Ефективні також газони та вертикальне озеленення. При наявності у кварталі трав'яного покриття шум на 6-11 фонів нижче, ніж без нього. Зелена маса ліан, яка покриває стіни, збільшує їх звукопоглинальну здатність у шість-вісім разів і сприяє розсіюванню звукової енергії [8].

Також для зменшення шумового забруднення пропонується використовувати захисні плівки для вікон, які певним чином покращують дизайн приміщення, створюють комфортні умови освітлення та достатньо знижують рівень шуму. Після їх встановлення звичайне скло перетворюється в композиційний матеріал, що складається з поліетилентерефталатної плівки, скла та постійно липкого з'єднувального прошарку, що значно зменшує проникнення шуму в приміщення. Наприклад, два листа 6 мм ламінованого скла з повітряним прошарком 12 мм знижують шум на 42 дБ. Для порівняння: якщо зібрати склопакет із двох неламінованих стекол, зниження шуму складе біля 35 дБ, що відповідає збільшенню шуму в приміщенні приблизно в 5 раз [22-24].

На даний час, для більш ефективного зниження рівня шуму в житлових будинках, розроблено нові віконні блоки з подвійним і потрійним склом з різними повітряним проміжкам між стеклами і різною товщиною стекол.

Найбільш кращі результати показують нові конструкції зі збільшеним проміжком між зовнішнім ранковим плетіннями, більшої товщиною стекол, подвійним притвором коробки, подвійним чи потрійним рядом ущільнювальних прокладок. Повітряний проміжок між стеклами підвищений з 57 мм до 90 мм. Товщина стекол також збільшена — зовнішнє до 4 мм і внутрішнє до 6 мм. Вікна такої конструкції знижують рівень шуму на 30 дБА [20-24].

Вікна з потрійним склом мають значно кращі теплозахисні властивості, приблизно в 1,5 рази більш високі, чим вікна звичайної конструкції. Широке

впровадження в будівництво вікон з потрійним склом, вирішуючи проблему захисту від шуму, приведе також до значної економії тепла.

Створення шумозахисних вікон висунуло перед конструкторами іншу проблему — проблему вентиляції приміщень. Вентиляція за допомогою звичайної квартирки в даному випадку непридатна: зводиться на мінімум вся система звукоізоляції. Можна, звичайно, використовувати індивідуальні кондиціонери, але їхнє придбання й експлуатація — задоволення дороге. До того ж самі кондиціонери служать джерелом шуму. Загальні системи кондиціонування також не позбавлені недоліків, тому що, крім їхньої високої вартості і складності експлуатації, повітропроводи необхідно розташувати в межах товщини стін житлових приміщень.

Розроблений спеціальний вентиляційний клапан-глушитель для природного провітрювання приміщень. Він діє як квартирка, але значно послабляє шум, знижуючи його рівень на 25—35 дБА в залежності від моделі клапана. Вентиляційний клапан установлюється разом з віконним блоком і має досить компактні розміри. Розробка клапана-глушителя і використання його разом з новими вікнами дозволяють значною мірою вирішити проблему захисту приміщень від шуму.

У рамках варіативного проектування розроблено дві принципово різні між собою моделі: із роздільною (рисунок 3.1,а) та з загальною (рисунок 3.1,б) віконною коробкою. Зовнішнє і внутрішнє плетіння такої моделі мають самостійні коробки, з'єднані між собою тонкими пластинами. Між коробками поміщений звуковбирний матеріал (ПВХ, надтонка скловата; волокно). Але можлива більш дешевша, зручніша при монтажі (хоч і менш ефективна по шумозахисним властивостям конструкція), а саме - друга модель з загальною віконною коробкою, з потрійним склом [21].

Ці вікна знижують рівень шуму на 38-40 дБА. Застосування запропонованих конструкцій дозволяє знизити шум у житлових приміщеннях до нормативних значень, забезпечити стан належного акустичного комфорту мешканців.

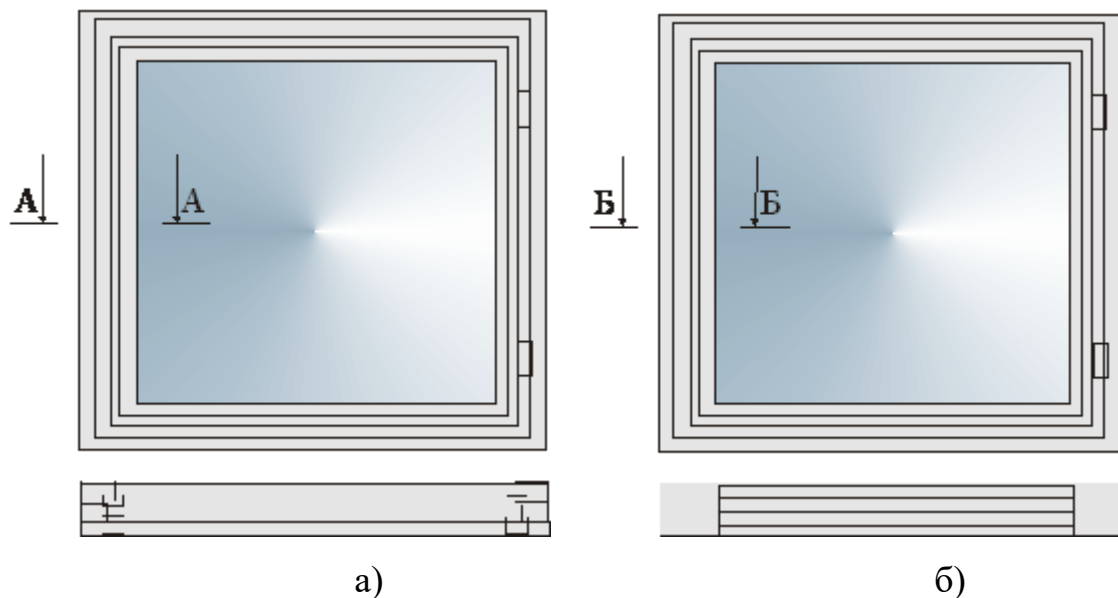


Рисунок 3.1 – Моделі вікон з роздільною (а) та загальною (б) віконними коробками

Оцінимо ефективність та вартість запропонованих методів зниження шуму. Оскільки прилегла територія підприємства вже сформована і забудована, то розміщення екрануючих будівель та насадження дерев є досить складним процесом. Тим більше, для очікуваного ефекту необхідно тривалий час, щоб дані насадження вирости до необхідних розмірів. Встановлення звукоізолюючих вікон у житлових будинках є дорогим задоволенням для мешканців, а саме підприємство таку розкіш кожному забезпечити не в змозі. Тому, найбільш доцільним є встановлення шумозахисних екранів-стінок, що буде досить ефективно та недорого для підприємства, оскільки матеріалом для таких конструкцій є та сама продукція, яку виробляє завод [23].

### 3.3 Визначення рівня шуму для ВАТ «Гніванський завод спеціалізо бетон»

Рівень шуму  $L_A$ , дБА, в розрахунковій точці території забудови, що прилягає до підприємства можна визначити по формулі:

$$L_A = L_{PA} - 10 \lg \Omega - 20 \lg r - \Delta_{Ar} + \Delta L_{\text{відб}} - \Delta L_{CA}, \quad (3.1)$$

де  $L_{PA}$  - еквівалентний коректований рівень звукового тиску джерела шуму, дБА;

$\Omega$  - просторовий кут (в стерadianах), в який випромінюється шум; для джерела шуму, розміщеного в просторі  $10 \lg \Omega = 11 \text{ дБА}$ . Якщо джерело шуму знаходиться на поверхні території чи огорож, то  $10 \lg \Omega = 8 \text{ дБА}$ .

$r$  - відстань, м, від акустичного центру джерела шуму до розрахункової точки; за акустичний центр джерела шуму приймається проекція його геометричного центру на поверхню; для джерела шуму розміщеного в просторі, акустичний та геометричний центри співпадають;

$\Delta_{Ar}$  - поправка, дБА, приймається за рисунком 3.2 в залежності від різниці  $\Delta_{LA} = L_{pl} - L_{PA}$ , що враховує залежність звукопоглинання від спектра шуму, де  $L_{pl}$  - загальний рівень звукового тиску джерела шуму, дБ;

$\Delta L_{\text{відб}} = 3n$ , дБА – підвищення рівня звуку внаслідок відбивання його від великих поверхонь (земля, стіна, кут двох стін), розміщених на відстані від розрахункової точки, що не перевищує  $0,1r$ ;

$n$  - число відбиваючих поверхонь (поверхня землі не включається в число  $n$ , якщо відбивання від неї вже враховано в значенні просторового кута  $\Omega$ );

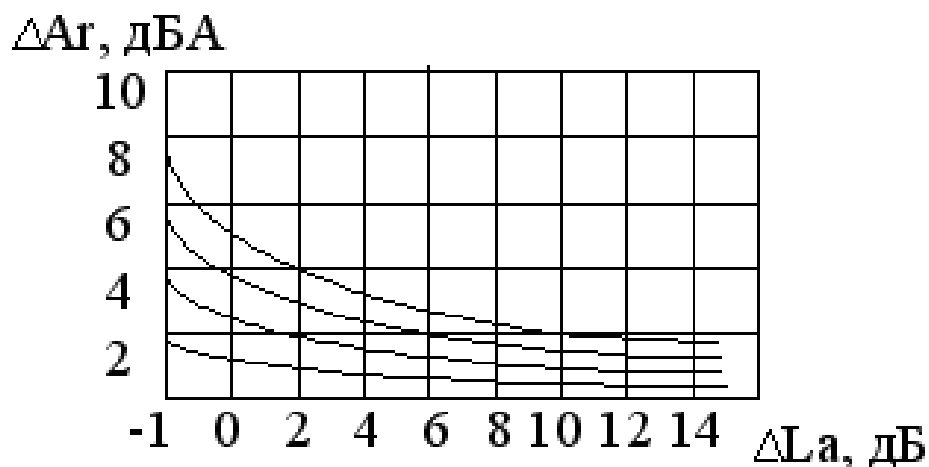


Рисунок 3.2 – Графік для визначення поправки

$\Delta L_{CA}$  - додаткове зниження рівня шуму елементами навколишнього середовища, дБА:

$$\Delta L_{CA} = \Delta L_{Aекр} + \Delta L_{Aнов} + \beta_{Aзел} l, \quad (3.2)$$

де  $\Delta L_{Aнов}$  - зниження рівня шуму внаслідок поглинання його в повітрі, дБА.

Визначається по номограмі (див. рисунок 3.3) в залежності від найкоротшої відстані  $r$  між розрахунковою точкою та акустичним центром джерела шуму;

$\Delta L_{Aекр}$  - зниження рівня шуму екраном, розміщеним між джерелом шуму та розрахунковою точкою, дБА;

$\beta_{Aзел}$  - коефіцієнт послаблення шуму смугами зелених насаджень, дБА/м. Його приймають рівним 0,08 дБА/м. При ширині смуги більше 100м, зниження рівня шуму приймається рівним 8 дБА;

$l$  - ширина смуги, м [17-18].



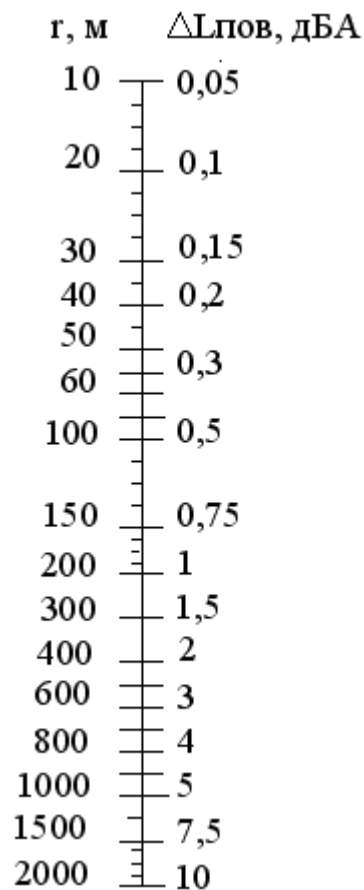


Рисунок 3.3 – Номограма для визначення зниження рівня шуму внаслідок поглинання його повітрям

### 3.4 Розробка шумозахисного екрану для ділянки житлової забудови, яка прилягає до ВАТ «Гніванський завод спеціалізований бетон»

Як вже було сказано вище, одними із найбільш ефективних будівельно-акустичних засобів зниження шуму на території міст є екрани, розміщені між джерелами шуму та об'єктами захисту від нього. Поняття “екран” прийнято відносити до будь-яких перешкод на шляху поширення шуму.

Екранами можуть бути придорожні підпорні, спеціальні захисні стіни, штучні та природні рельєфи місцевості – земляні вали, насипи (рисунок 3.4), відкоси, тераси і т. д. або їх комбінації, а також спеціальні шумозахисні споруди. Крім того, функції екранів можуть виконувати будинки, в приміщеннях яких допускаються рівні звуку більше 45 дБА (будинки підприємств побутового

обслуговування населення, торгівлі, комунальні організації ), а також шумозахисні житлові будинки.

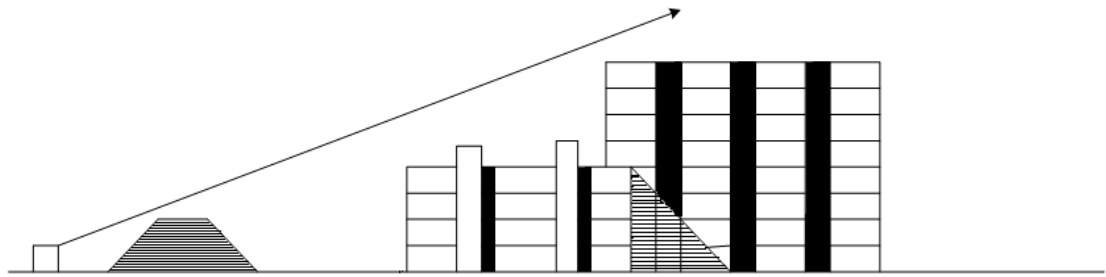


Рисунок 3.4 – Екран-насип

Акустична ефективність екрана залежить від його висоти, довжини та звукоізоляційних властивостей. Однак зниження рівня шуму, яке забезпечується екраном на території і в приміщеннях забудови, залежить не лише від його акустичної ефективності, але також і від відстані між підприємством і екраном, відстанню між екраном і територіями або будинками, які захищаються від шуму, висоти розрахункових точок на території або в приміщеннях будинків і акустичних властивостей поверхні території [10, 23].

Найбільше поширення в світовій практиці боротьбі з шумом отримали спеціальні шумозахисні екрани-стінки або бар'єри (рисунок 3.5). З урахуванням особливостей шумозахисних властивостей екранів найбільш перспективними слід вважати конструкції з уніфікованих елементів, які дозволяють варіювати висоту, довжину, а при необхідності і форму і конструкцію екранів для забезпечення потрібного зниження шуму в тих чи інших умовах забудови.

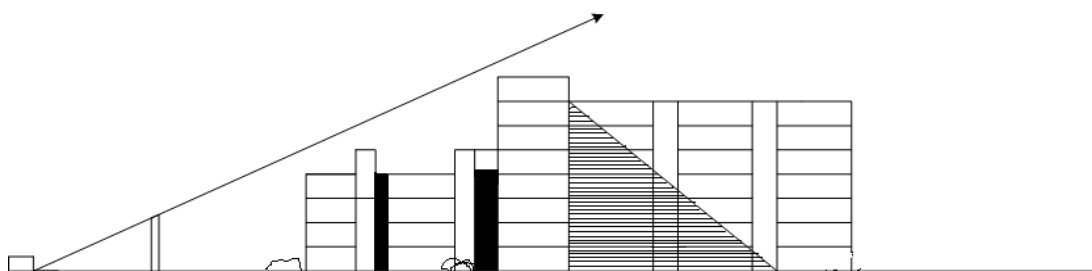


Рисунок 3.5 – Екран-стіна

Для створення ефекту екранування об'єкти, які захищаються від шуму повинні знаходитись нижче межі звукової тіні, тобто продовження прямої лінії, яка з'єднує акустичний центр джерела шуму з вершиною екрана.

Зниження рівня звуку екраном-стіною в розрахункових точках, які розташовані на межі звукової тіні, складає 5 дБА. Для забезпечення більш високої акустичної ефективності потрібно збільшити висоту екрана. При проектуванні екрана-стіни вздовж вулиці або дороги для орієнтовних розрахунків підвищення його ефективності із збільшенням висоти допускається приймати рівним в середньому 1,5 дБА на 1 м.

Для досягнення максимального зниження рівня шуму в забудові і зменшення висоти екрана відстань між джерелом шуму і екраном слід приймати мінімальною з врахуванням вимог до забезпечення безпеки руху і нормальної експлуатації дороги.

Екрани слід розраховувати на снігові та сейсмічні навантаження. Матеріали для виготовлення екранів-стін слід підбирати в основному виходячи з конструктивних та економічних поглядів. До найбільш поширених матеріалів, які застосовуються для будування екранів, відносяться бетон і залізобетон (рисунок 3.6). Використовується також сталь, алюміній, різні пластикові матеріали, скло.

Матеріали для виготовлення всіх елементів конструкції екрана повинні бути довговічними, стійкими до атмосферних впливів, впливів вихлопних газів автомобілів, моторних мастил, стійкими до дії механічних засобів очистки.

Конструкції окремих елементів екранів повинні забезпечувати щільне їх приєднання один до одного для створення акустично непрозорого екрана. В місцях розташування зупинок транспорту для забезпечення проходу людей необхідно передбачати розриви в екранах. При проектуванні екранів необхідно враховувати, що установка екранів-стінок з акустично жорсткою поверхнею з однієї сторони від джерела шуму викликає деяке підвищення рівня шуму на протилежній стороні за рахунок відбитої від екрана звукової енергії. При установці екранів-стінок з акустично жорсткою поверхнею вздовж двох сторін

автомобільної дороги акустична ефективність екранів знижується на 1 – 5 дБА в залежності від відстані між екраном та транспортним потоком [23].

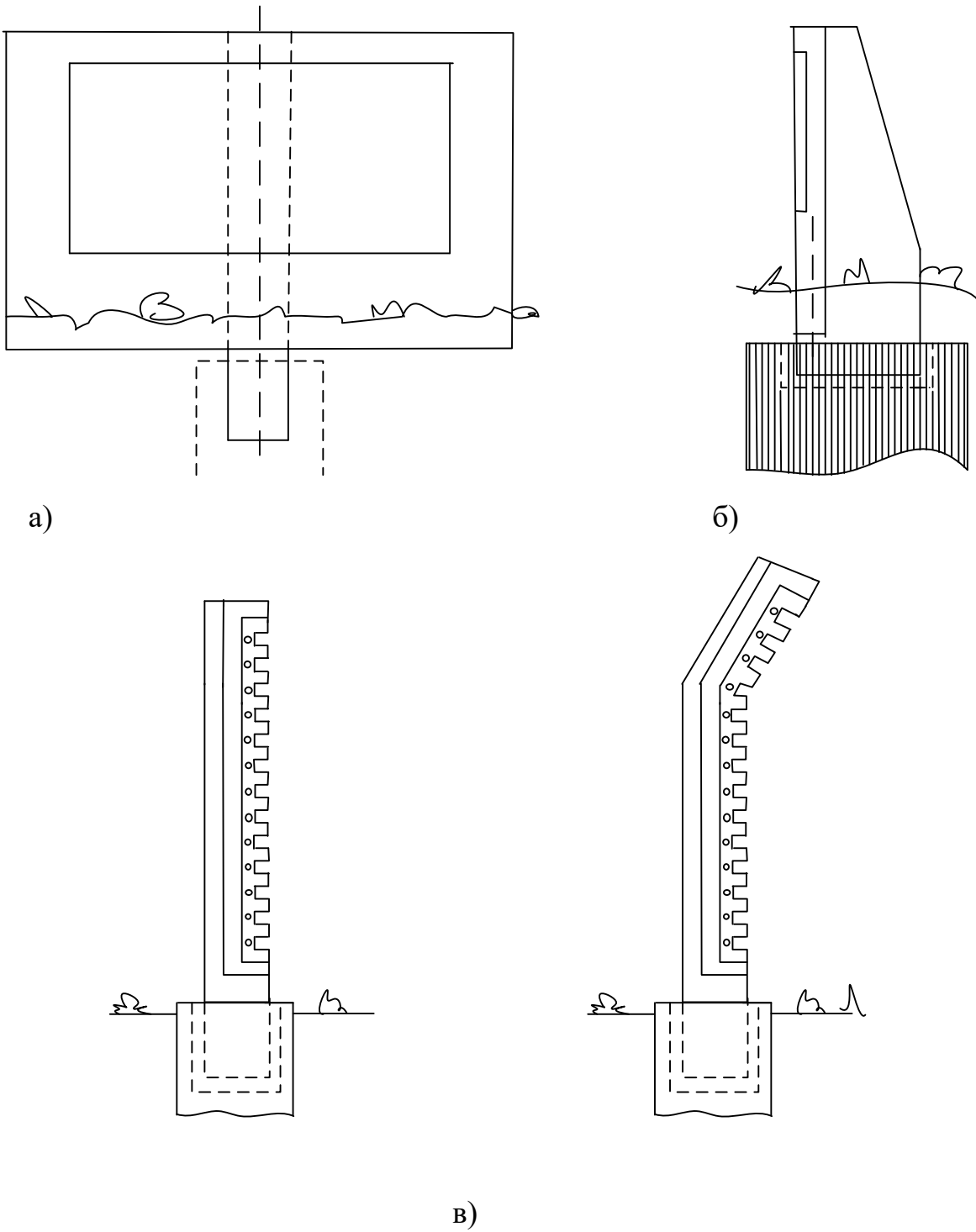


Рисунок 3.6 – Екран із залізобетону: а) фасад; б), в) розрізи

При проектуванні екранів-стінок слід враховувати, що їх акустична ефективність в деякій мірі залежить від форми. Найбільш ефективним є екран Г-подібного поперечного профілю. Оптимальна ширина верхньої полки такого екрана дорівнює 0,6 м. При цьому ефективність екрана на 2,5 дБ вища ефективності звичайного тонкого екрана-стінки тієї ж висоти.

При розробці проектів комбінованих екранів необхідно прагнути до вибору таких конструкцій, конструктивних елементів і форми екрана, щоб екран справляв враження природного, випадково створеного природою об'єкта. Комбіновані екрани монтують із збірних залізобетонних елементів таким чином, щоб в результаті виникла трапеційна конструкція з виступами в поперечному перерізі. Внутрішня частина заповнюється ґрунтом, а окремі виступи у всій конструкції засаджуються рослинами [10, 24].

Колір екранів може застосовуватись не лише для зменшення монотонності і надання їм кращого зовнішнього вигляду, а й для виконання інформаційної функції для водіїв та пішоходів. Використовуючи техніку відтінків, на плоских екранах можна створити ілюзію об'єму, наявності певної текстури.

Для фарбування екранів слід застосовувати кольори, які підсвідомо викликають у людей відчуття впевненості та спокою. В першу чергу це стосується кольорів, які переважають у природі: зеленому, жовтому і коричневому. Червоний та блакитний кольори, навпаки, повинні використовуватися в особливих випадках. Контрастність повинна бути забезпечена як в ясну сонячну погоду, так і в похмуру [23].

Своєрідними екранами можуть бути суцільні огороження балконів на фасадах будинків. Однак такі екрани потребують точного проектування з врахуванням траєкторії прямих і відбитих звукових променів, так як в протилежному випадку вони можуть стати причиною підвищення рівня звуку в приміщеннях будинків. В будь-якому випадку поверхні балконів з суцільним огороженням рекомендується обкладати звукопоглинаючими матеріалами [20].

### **3.5 Визначення зниження антропогенного шуму за допомогою екрану**

Зниження рівня шуму за допомогою екрану  $\Delta L_{A_{екр}}$  визначається в залежності від величин:  $\Delta L_{A_{екр}\beta}$ ,  $\Delta L_{A_{екр}\alpha_1}$  і  $\Delta L_{A_{екр}\alpha_2}$ , методика яких наведена нижче.

Зниження рівня шуму екраном  $\Delta L_{A_{екр}\beta}$  у дБА наведено в таблиці 3.1 (в залежності від різниці довжин шляхів проходження звукового променя  $\delta$ , в м, за прийнятої висоти екрана).

Таблиця 3.1 – Зниження рівня шуму екраном в залежності від різниці довжин шляхів проходження звукового променя  $\delta$  за прийнятої висоти екрана

Різниця довжин шляхів проходження звукового променя $\delta$ , м	Зниження рівня шуму екраном $\Delta L_{A_{екр}\beta}$ , дБА	Різниця довжин шляхів проходження звукового променя $\delta$ , м	Зниження рівня шуму екраном $\Delta L_{A_{екр}\beta}$ , дБА
0,005	6	0,48	16
0,02	8	0,83	18
0,06	10	1,4	20
0,14	12	2,4	22
0,28	14	6	24

Різниця довжин шляхів проходження звукового променя  $\delta$  в м у відповідності із схемами екранів, наведеними на рисунку 3.7, визначається за формулою:

$$\delta = (a + b) - c, \quad (3.3)$$

де  $a$  - найкоротша відстань між геометричним центром джерела шуму і верхньою крайкою екрана, м;

$b$  - найкоротша відстань між розрахунковою точкою і верхньою крайкою екрана, м;

$c$  - найкоротша відстань між геометричним центром джерела шуму і розрахунковою точкою, м [19, 22].

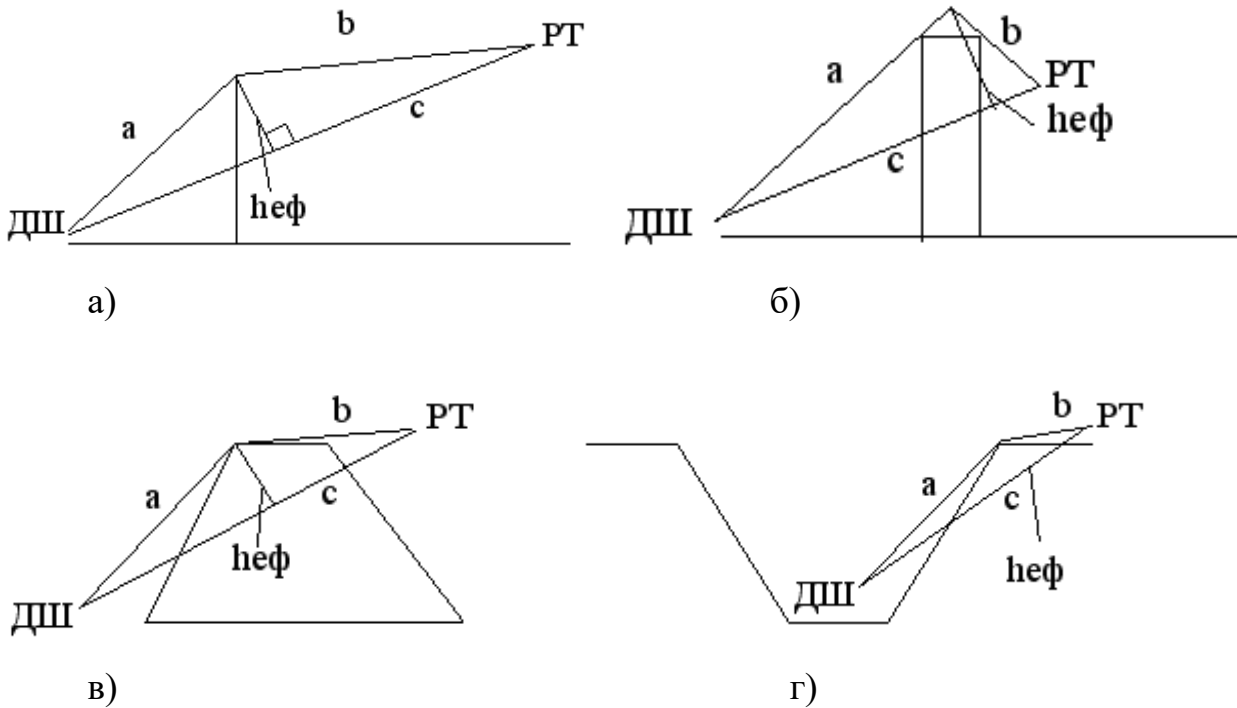


Рисунок 3.7 – Розрахункові схеми для визначення зниження рівня шуму за екранами:

а - стінка; б – будівля; в – насип; г – виїмка; ДШ - джерело шуму;

РТ -розрахункова точка;  $h_{эф}$  -ефективна висота екрана.

Зниження рівня шуму екраном  $\Delta L_{Аекр\alpha_1}$  і  $\Delta L_{Аекр\alpha_2}$ , наведено в таблиці 3.2 у залежності від величини  $\Delta L_{Аекр\beta}$  і кутів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  (рисунок 3.7) за прийнятої довжини екрана [9, 13].

Таблиця 3.2 - Зниження рівня шуму екраном  $\Delta L_{Аекр\alpha_1}$  і  $\Delta L_{Аекр\alpha_2}$ , у дБА в залежності від величини  $\Delta L_{Аекр\beta}$  і кутів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  за прийнятої довжини екрана

Кут $\alpha_1$ і $\alpha_2$ , град	45	50	55	60	65	70	75	80	85
$\Delta L_{Аекр\beta}$ , дБА	Зниження рівня шуму за даного кута $\alpha_1$ і $\alpha_2$ , $\Delta L_{Аекр\alpha_1}$ і $\Delta L_{Аекр\alpha_2}$ , дБА								
6	1,2	1,7	2,3	3	3,8	4,5	5,1	5,7	6
8	1,7	2,3	3	4	4,8	5,6	6,5	7,4	8
10	2,2	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	9	10
12	2,4	3,1	4	5,1	6,2	7,5	8,8	10,2	11,7
14	2,6	3,4	4,3	5,4	6,7	8,1	9,7	11,5	13,3
16	2,8	3,6	4,5	5,7	7	8,6	10,4	12,4	15
18	2,9	3,7	4,7	5,9	7,3	9	10,8	13	16,8
20	3,2	3,9	4,9	6,1	7,6	9,4	11,3	13,7	18,7
22	3,3	4,1	5,1	6,3	7,9	9,8	11,9	14,5	20,7
24	3,5	4,3	5,8	6,5	8,2	10,2	12,6	15,4	22,6

Величина зниження рівня шуму екраном  $\Delta L_{Аекр}$ , дБА, визначається за формулою:

$$\Delta L_{Аекр} = \Delta L_{Аекр\alpha} + \Lambda_{\partial}, \quad (3.4)$$

де  $\Delta L_{Аекр\alpha}$  - менша з величин  $\Delta L_{Аекр\alpha_1}$  і  $\Delta L_{Аекр\alpha_2}$ , дБА;

$\Lambda_{\partial}$  - поправка, дБА, яка визначається з таблиці 3.3 в залежності від різниці величин  $\Delta L_{Аекр\alpha_1}$  і  $\Delta L_{Аекр\alpha_2}$  [9].

Таблиця 3.3 – Величина поправки  $\Lambda_{\partial}$

Різниця між $\Delta L_{Аекр\alpha_1}$ і $\Delta L_{Аекр\alpha_2}$ , дБА	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Поправка $\Lambda_{\partial}$ , дБА	0	0,8	1,5	2	2,4	2,6	2,8	2,9	2,9	3	3	3

Зниження рівня шуму екраном  $\Delta L_{Аекр}$ , дБА, від джерел шуму всередині груп житлових будинків приймається з таблиці 3.4. В даному випадку довжина екрана приймається в два рази більшою за довжину джерела шуму.



Таблиця 3.4 - Зниження рівня шуму екраном  $\Delta L_{A_{екр}}$ , дБА, від джерел шуму всередині груп житлових будинків

Відстань між джерелом шуму й екраном, м	Зниження рівня шуму екраном $\Delta L_{A_{екр}}$ , дБА									
	Відстань між екраном і розрахунковою точкою, м									
	5		10		20		50		100	
	Ефективна висота екрана, м									
	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
2	19	29	18	28	18	28	18	27	18	27
5	17	26	16	25	15	24	15	23	15	23
10	16	25	15	23	14	23	13	21	13	21
20	15	24	14	23	13	20	12	18	11	18
50	15	23	13	21	12	19	10	17	10	15
100	15	23	13	21	11	18	10	17	9	14

Ефективна висота екрана визначається відповідно до розрахункових схем, наведених на рисунку 3.7 [9, 24].

### 3.6 Рекомендації щодо впровадження шумозахисних засобів для ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон»

На основі запропонованих шумозахисних засобів рекомендуються наступні заходи:

- віддалення об'єкта від джерела шуму;
- реконструкція і заміна обладнання на нове, яке створює менший рівень шумового забруднення на території ВАТ «Гніванський завод спец залізобетон»;
- зональне планування та забудова території підприємства і житлового масиву, виходячи з вимог розташовувати такі будівлі, як адміністрації, школи, лікарні подалі від шуму;
- використання першого ряду забудови у вигляді безперервного екрануючого бар'єра, з будівель комунального та побутового призначення;
- використання природного рельєфу місцевості як екранів і бар'єрів на шляху поширення шуму;

- створення густих смуг лісонасаджень поблизу житлової частини;
- розташування проїзної частини у виїмці;
- часткове зниження інтенсивності руху транспорту на проїзній частині поблизу житлової забудови;
- додаткове підвищення звукоізоляції вікон виробничих і житлових будинків;
- орієнтація всіх тихих приміщень вікнами в протилежну сторону від джерела шуму.

#### 4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ВАТ «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН»

Обґрунтування та оцінка природоохоронних заходів є основою економічного методу управління охороною навколишнього природного середовища. Оцінка ефективності природоохоронних заходів здійснюється за соціальними, економічними, соціально-економічними та еколого-економічними результатами.

Соціальними результатами природоохоронних заходів є скорочення захворювання людей, зростання тривалості їхнього життя, умови життєдіяльності нинішнього і майбутніх поколінь, збереження історичних цінностей та пам'ятників природи.

Економічні результати передбачають скорочення збитків, що завдаються природі, економію витрати природних ресурсів, зниження забруднення навколишнього середовища, зростання продуктивності фауни, підвищення працездатності людей.

Екологічні результати – це зниження негативних впливів на природу, покращення флори і фауни, зменшення витрат природних ресурсів.

Соціально-економічні результати оцінюються за комплексними показниками покращення рівня життя людей, ефективності суспільного виробництва, зростання національного багатства країни.

Еколого-економічні результати – це зниження витрат природних ресурсів, зменшення збитків, що завдаються навколишньому середовищу забрудненнями [1, 25].

В даному розділі буде проведена еколого-економічна оцінка реалізації будівельно-акустичних засобів для ВАТ “Гніванський завод спецзалізобетону”.

В сучасних містах населення постійно підлягає дії шуму високого рівня як в житлових і громадських місцях, так і на території вулиць, житлових мікрорайонів та кварталів. При цьому прослідковується тенденція до постійного зростання шуму. Це пояснюється значним збільшенням числа джерел шуму, їх потужності.

В містах та селах постійно підвищується інтенсивність вуличного руху, використовуються засоби транспорту все більшої потужності, які мають підвищені шумові характеристики. Серйозним джерелом шуму стали промислові підприємства. Збільшилось число та потужність джерел шуму і в приміщеннях. Цьому сприяє масове розповсюдження телевізорів, радіоприймачів, магнітофонів, побутового, інженерного та санітарно-технічного обладнання.

Різноманітність джерел шуму, шляхів його передачі та розповсюдження викликає необхідність застосування різних засобів боротьби з ним.

Шум, який перевищує встановлені норми, завдає навантаження на нервову систему людини і поступово призводить до її виснаження. Побутовий шум порушує сон, зменшує його тривалість та глибину, внаслідок чого організм не встигає відновлювати свої сили. Окремі люди, на перший погляд, звикають до дії шуму, проте запобігти його негативного впливу на різні системи організму неможливо, що пояснюється перенапруженість нервової системи.

Оскільки шум досить негативно впливає на людину та навколишнє середовище в цілому, потрібно розробляти певні методи зниження шумового навантаження. Кожний метод є індивідуальним для окремого джерела шуму і визначається за конструкцією та особливостями виробничих приміщень.

Одними із найбільш ефективних будівельно-акустичних засобів зниження шуму на території міст є екрани, розміщені між джерелами шуму та об'єктами захисту від нього. Поняття "екран" прийнято відносити до будь-яких перешкод на шляху поширення шуму. Екранами можуть бути придорожні підпірні, спеціальні захисні стіни, штучні та природні рельєфи місцевості: земляні вали, насипи, відкоси, тераси і т. д. або їх комбінації, а також спеціальні шумозахисні споруди. Крім того, функції екранів можуть виконувати будинки, в приміщеннях яких допускаються рівні звуку більше 45 дБА (будинки підприємств побутового обслуговування населення, торгівлі, комунальні організації), а також шумозахисні житлові будинки. Акустична ефективність екрана залежить від його висоти, довжини та звукоізоляційних властивостей [10].

Найбільше поширення в боротьбі з шумом отримали спеціальні шумозахисні екрани-стінки або бар'єри. З урахуванням особливостей шумозахисних властивостей екранів найбільш перспективними слід вважати конструкції з уніфікованих елементів, які дозволяють варіювати висоту, довжину, а при необхідності - і форму та конструкцію екранів для забезпечення потрібного зниження шуму в тих чи інших умовах забудови. Матеріали для виготовлення екранів-стінок слід підбирати, в основному, виходячи з конструктивних та економічних поглядів. До найбільш поширених матеріалів, які застосовуються для будівництва екранів, відносяться бетон і залізобетон. Конструкції окремих елементів екранів повинні забезпечувати щільне їх приєднання один до одного для створення акустично непрозорого екрана.

Своєрідними екранами можуть бути суцільні огороження балконів на фасадах будинків. Однак такі екрани потребують точного проектування з врахуванням траєкторії прямих і відбитих звукових променів, так як в протилежному випадку вони можуть стати причиною підвищення рівня звуку в приміщеннях будинків. В будь-якому випадку, поверхні балконів з суцільним огороженням рекомендується обкладати звукопоглинальними матеріалами.

Розглянемо техніко-економічні характеристики найбільш поширених видів шумозахисних екранів.

Шумозахисні екрани RUUKKI – є не тільки ефективною перешкодою для розповсюдження звукових хвиль, але також і фізичною перешкодою для розповсюдження таких забруднюючих компонентів, як шкідливі хімічні компоненти, зважені частинки, важкі метали та ін [17].

Важливою умовою є стійкість екрану до механічних дії. Шумозахисні екрани RUUKKI, що проходять безліч тестів на сприйняття навантажень, показують прекрасні антивандальні властивості.

Найбільш важлива властивість шумозахисних екранів – здатність гасити звук. Висока звукоізоляція і звукопоглинальні властивості шумозахисних екранів RUUKKI досягаються за рахунок певної конструкції звукопоглинальних касет, які можуть бути двох типів.

Тип 1. Шумозахисна панель поелементної зборки, складається із наступних елементів:

- касета з профільованого металевого листа Casetti;
- звукопоглинальний пористий матеріал на основі поліестера EWONAWOOL, щільністю 20кг/м<sup>3</sup>;
- сталевий холоднокатаний лист, гарячецинкований з двох сторін, що пасивує, з нанесеним полімерним покриттям завтовшки не менше 1,2мм, товщина цинкового покриття – не менше 20мкм з кожної сторони.

Тип 2. Шумозахисна конструкція збирається в заводських умовах за проектними розмірами і поставляється на майданчик у вигляді готових шумозахисних панелей (основні елементи конструкції такі ж, як у конструкції типу 1) [13-17].

Конструкція екранів RUUKKI має перевагу при установці: компоненти системи, що поставляються із заводу, мають точні розміри і повністю підготовленні до монтажу. Установка однієї шумозахисної касети займає всього декілька хвилин. Необхідні аксесуари – двері, оргскло, поручні, елементи декору – можуть бути вмонтовані в конструкцію екранів за допомогою болтів або анкерних пристроїв без застосування зварювання.

Вартість шумозахисних екранів RUUKKI коливається від 606 грн до 958,6грн і вище за 1 м<sup>2</sup>, в залежності від висоти, ширини та товщини екрана.

Комплексна система шумозахисту AcRap є збірно-розбірною конструкцією, що складається з опорних стійок і акустичного полотна, в свою чергу представленого системою горизонтальних профілів і акустичних панелей.

Акустичні панелі за своїм функціональним призначенням підрозділяються на: шумопоглинаючі непрозорі і шумовідбиваючі світлопрозорі.

Акустичні панелі при монтажі встановлюються в горизонтальні профілі, які, в свою чергу, встановлюються і фіксуються по ширині. Для виключення прогинання горизонтального профілю, у разі відсутності жорсткої підстави під акустичним полотном, в прольоті між стійками встановлюється опорний профіль.

Перевагами таких шумозахисних екранів є:

- висока акустична ефективність (до 30дБ);
- високий ступінь захисту від корозії (гаряче цинкування);
- гнучкість конструкції, можливість вибору різних архітектурних рішень екрану;
- простота та здешевлення монтажу – не потрібні вантажопідйомні механізми, при установці в ґрунт не потрібний стрічковий фундамент;
- тривалий термін реалізації;
- порівняно невисока ціна (542 грн за 1м<sup>2</sup>).

На сьогодні найпоширенішими є шумозахисні системи огороження фірми "МаксфорсКонкрит" з функціями звукового бар'єру "СтоунфортНБ" (рисунок 4.1, а), "ФрендкритНБ" (рисунок 4.1, б), "ТімберкритНБ" (рисунок 4.1, в), а також екрани поглинаючого типу "Акустикрит" (рисунок 4.1, г) та "ФрендкритНБ+" (рисунок 4.1, д) (виробник Росія).

Такі екрани мають цілий ряд переваг в порівнянні з іншими конструкціями:

- великий вибір кольорів та фактур дозволяє вписати захисний екран в навколишній ландшафт, надати конструкції більш високі естетичні властивості. При цьому вся конструкція сама по собі являється надійною огорожею, виконуючи функції не лише шумозахисту, але і безпеки;

- підтверджена дослідженнями та сертифікатами акустична ефективність. Поєднання шумопоглинаючих та відбиваючих властивостей бетону спеціального складу дозволяє зменшити шум за екраном всередньому на 8-15 дБ;

- відносно невелика маса (близько 80 кг/м<sup>2</sup> ) дозволяє збільшити висоту шумозахисного екрана і в той же час спростити фундамент, що значно відобразиться на кінцевій вартості конструкції вцілому;

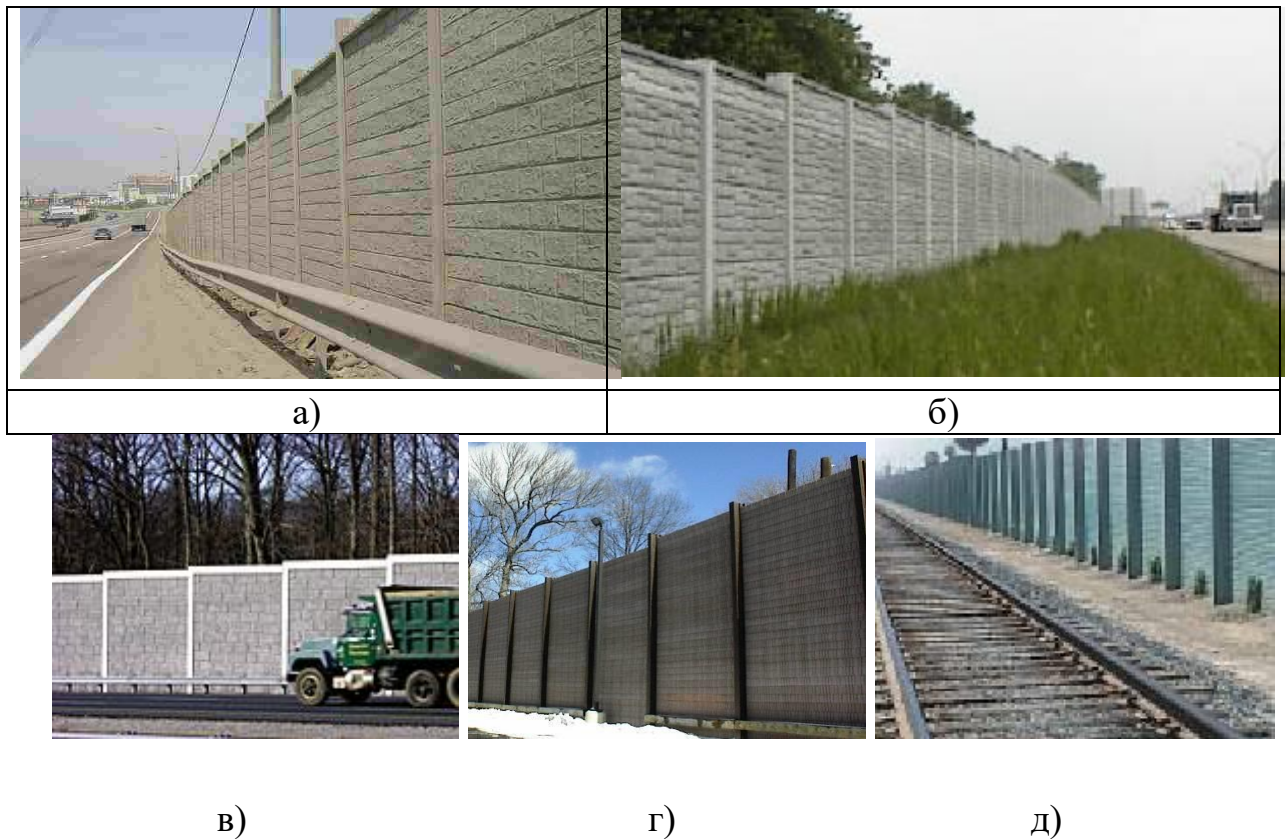


Рисунок 4.1 – Види шумозахисних екранів фірми “МаксфорсКонкрит”

- високі фізико-механічні характеристики дозволяють значно збільшити період експлуатації екрана;
- застосування екологічно чистих матеріалів роблять екрани не лише безпечними для людей, але й дозволяють значно знизити затрати на подальшу експлуатацію, оскільки такі екрани не горять, не гниють, а головне не підлягають корозії і не бояться дії ультрафіолету;
- невисока вартість комплектуючих, будівництва та експлуатації (біля 469,5 грн за 1м<sup>2</sup>).

Щоб шумозахисні екрани довго служили, вони повинні бути максимально стійкі до дії суворих кліматичних умов і до агресивних компонентів навколишнього середовища. Для підвищення стійкості екранів використовуються спеціальні покриття різних видів.

Найкращим є покриття типу PURAL – це злегка візерунчастий поліуретановий матеріал, який застосовують як покриття листового металу. У вигляді добавки, PURAL містить поліамід. Як поліуретан, так і поліамід



володіють винятковою зносостійкістю, поліамід зменшує також тертя при обробці матеріалу тиском.

Властивості покриття відповідають технічним вимогам, що пред'являються до обшивочних матеріалів, що оброблюються в процесі монтажу. Покриття не шкідливе для навколишнього середовища і може використовуватися для облицювання фасадів і обшивки інших поверхонь.

PURAL не ушкоджується впливами снігу і льоду, витримує ультрафіолетове випромінювання сонячних радіації, хімічно стійке, не вимагає особливого догляду. Поверхневі міцність і твердість покриття забезпечують хороший опір механічним діям.

Для території ВАТ “Гніванський завод спеціалізованої бетону” найбільш доцільним буде встановлення шумозахисного екрану-стіна з такими розмірами: довжина – 600 м, висота - 2,8 м та ширина - 0,2 м.

ВАТ “Гніванський завод спеціалізованої бетону” спеціалізується на виробництві збірних залізобетонних виробів. Тому, даний шумозахисний екран може бути виготовлений на заводі, при цьому буде використана власна сировина і вартість встановлення такого екрану буде значно меншою, ніж екрану закордонних виробників. Собівартість бетону марки 300, який виготовляється на заводі, складає 871,20 грн за 1м<sup>2</sup>. Звичайно, вартість вище описаних шумозахисних конструкцій є меншою, але враховуючи доставку із-за кордону, збір на митних службах, пошкодження продукції при транспортуванні можна припустити, що встановлення екрану, виготовленого з вітчизняного бетону марки 300, буде економічно вигіднішим та доцільнішим.

Для проведення еколого-економічної оцінки ефективності природоохоронних заходів пов'язаних з будівництвом шумозахисного екрану навколо підприємства використовувались питомі показники втрат від шумового забруднення.

Для обрахунку цього виду втрат використовуються рекомендовані Типовою методикою значення питомих збитків, отриманих на основі багаторічних досліджень. Відповідно до цієї методики щорічні збитки

оцінювались: у нічний час - від 2,5 грн на особу при рівні шуму в 30 ДБА до 366 грн на особу при рівні шуму в 100 ДБА; у денний час - від 0,9 грн на особу при 30 ДБА до 228,5 грн на особу при 100 ДБА (таблиця 4.1).

При розрахунках втрат були використані дані досліджень, які надали можливість диференціювати населення країни згідно з рівнем шумового навантаження. Відповідно до цих припущень, 1 % населення країни проживає як у нічний час, так і в день при шумовому рівні близько 30 ДБА; 0,6% населення - у нічний час з рівнем шуму до 60 ДБА; до 1% населення відчуває вплив шуму в денний час з рівнем до 90 ДБА; 0,1% міського працездатного населення зазнають шумового навантаження до 60 ДБА.

На основі таких припущень мінімальний рівень втрат від шумового забруднення довкілля України оцінюється у 43 млн. грн. на рік. Оскільки офіційно будь-який облік втрат від шумового забруднення у країні не проводився, витратне значення оцінки відсутнє. Гіпотетичну версію збиткового виду цієї групи втрат можна вважати вірогідною в межах 20% відхилення у бік збільшення, що дає оцінку у 48 млн. грн. на рік.

Таблиця 4.1 – Питомі показники втрат від шумового забруднення

		Нічний час									
Рівні шуму, ДБА		30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Збитки, грн/особу на рік		2,5	4,3	12,8	19,3	23	34,2	89	148,2	216	366
		Денний час									
Рівні шуму, ДБА		30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Збитки, грн/особу на рік		0,9	2,3	9,7	16,2	20,6	25,3	45,3	94,5	132	228,5

Згідно таблиці 4.1 у нічний час при рівні шуму 100 дБ, оскільки підприємство має трьох змінний режим роботи, збитки на одного мешканця прилеглого мікрорайону протягом року складають 366 грн.

Втрати в денний час при рівні шуму 100 дБ на одну особу протягом року складають 228,5 грн.

Вартість природоохоронних заходів включає виготовлення і встановлення шумозахисного екрану по периметру підприємства у напрямку житлової забудови. Враховуючи собівартість бетону марки 300 та геометричні розміри шумозахисного екрану, собівартість його складатиме:

$$B = 600 \cdot 2,8 \cdot 0,2 \cdot 871,20 = 292723,2 \text{ (грн)}$$

Після встановлення екрану рівні шуму на території житлової забудови знизяться до екологічно обґрунтованих санітарно-гігієнічними нормативами значень: у нічний час – 35дБ, у денний – 40дБ.

В результаті після встановлення шумозахисного екрану збитки на одну особу протягом року в нічний час складатимуть 4,3 грн відповідно, у денний час 9,7 грн.

В даний час за статистичними даними на території житлової забудови, яка прилягає до території підприємства, постійно проживає 1032 мешканці, які потрапляють під дію антропогенного шуму ВАТ “Гніванський завод спецалізобетону”. Враховуючи зазначену кількість населення мікрорайону та питомі показники втрат, еколого-економічний ефект від будівництва даного шумозахисного екрану складатиме величину втрат, які можна буде уникнути в результаті його експлуатації.

Загальна економічна ефективність витрат на природоохоронні заходи визначається за формулою:

$$E_e = \frac{E_{ij}}{B}, \quad (4.1)$$

де  $E_{ij}$  - економічний ефект і-го виду діяльності на j-му об'єкті;

$B$  - витрати на природоохоронні заходи (вартість екрану).

Економічний ефект встановлення будівельно-акустичного екрану в нічний та денний час визначається за формулою:

$$E_{ij} = (E_{100} - E_{35}) \cdot N, \quad (4.2)$$

де  $E_{100}$ ,  $E_{35}$  - втрати від шумового забруднення при рівні шуму 100дБ і 35дБ відповідно (за таблицею 4.1);

$N$  - кількість населення, яке потрапляє під вплив шкідливої дії шуму.

Отже, в нічний час:

$$E_{ij}=(366-4,3)\cdot 1032=373274,4 \text{ (грн)},$$

в денний час:

$$E_{ij}=(228,5-9,7)\cdot 1032=225801,6 \text{ (грн)}.$$

Тоді загальна економічна ефективність витрат на здійснення природоохоронних заходів складатиме:

в нічний час:

$$E_e = \frac{373274,4}{292723,2} = 1,27;$$

в денний час:

$$E_e = \frac{225801,6}{292723,2} = 0,77.$$

Основними еколого-економічними результатами реалізації запропонованих природоохоронних заходів є:

- 1) значне покращення питомих показників шумового забруднення на визначеній території житлової забудови;
- 2) зменшення загальної чисельності захворюваності населення мікрорайону пов'язаної з негативним впливом антропогенного шуму;
- 3) відновлення рекреаційних зон та зон відпочинку в межах території мікрорайону;
- 4) покращення умов існування різних видів тваринного світу та збільшення його видового складу.

## ВИСНОВКИ

Шум, який перевищує встановлені норми, завдає навантаження на нервову систему людини і поступово призводить до її виснаження. Побутовий шум порушує сон, зменшує його тривалість та глибину, внаслідок чого організм не встигає відновлювати свої сили. Окремі люди, на перший погляд, звикають до дії

шуму, проте запобігти його негативного впливу на різні системи організму неможливо, що пояснюється перенапруженість нервової системи.

Тому на даний час поряд із іншими проблемами досить важливою стала і проблема шумового забруднення.

1. В роботі досить чітко визначено основні джерела шуму, головними з яких є транспорт, промислові підприємства, заводи, теплові електростанції тощо. Для кожного джерела забруднення повинно проводитись його нормування, що встановлює гранично допустимі рівні звуку для різних зон та в різних час доби.

2. Оскільки шум досить негативно впливає на людину та навколишнє середовище в цілому, потрібно розробляти певні методи зниження шумового навантаження. Деякі найголовніші методи визначені в даній роботі і є досить ефективними, хоча й високовартісними. Кожний метод є індивідуальним для окремого джерела шуму і визначається за конструкцією та особливостями виробничих приміщень.

Одними із найбільш ефективних будівельно-акустичних засобів зниження шуму на території міст є екрани, розміщені між джерелами шуму та об'єктами захисту від нього. Поняття "екран" прийнято відносити до будь-яких перешкод на шляху поширення шуму. Екранами можуть бути придорожні підпірні, спеціальні захисні стіни, штучні та природні рельєфи місцевості: земляні вали, насипи, відкоси, тераси і т. д. або їх комбінації, а також спеціальні шумозахисні споруди. Крім того, функції екранів можуть виконувати будинки, в приміщеннях яких допускаються рівні звуку більше 45 дБА (будинки підприємств побутового обслуговування населення, торгівлі, комунальні організації), а також шумозахисні житлові будинки. Акустична ефективність екрана залежить від його висоти, довжини та звукоізоляційних властивостей.

Найбільше поширення в боротьбі з шумом отримали спеціальні шумозахисні екрани-стілки або бар'єри. З урахуванням особливостей шумозахисних властивостей екранів найбільш перспективними слід вважати конструкції з уніфікованих елементів, які дозволяють варіювати висоту, довжину, а при необхідності - і форму та конструкцію екранів для забезпечення потрібного

зниження шуму в тих чи інших умовах забудови. Матеріали для виготовлення екранів-стінок слід підбирати, в основному, виходячи з конструктивних та економічних поглядів. До найбільш поширених матеріалів, які застосовуються для будівництва екранів, відносяться бетон і залізобетон.

Своєрідними екранами можуть бути суцільні огороження балконів на фасадах будинків. Однак такі екрани потребують точного проектування з врахуванням траєкторії прямих і відбитих звукових променів. В будь-якому випадку, поверхні балконів з суцільним огороженням рекомендується обкладати звукопоглинальними матеріалами.

3. Проведена еколого-економічна оцінка реалізації природоохоронних заходів на ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону» та встановлено, що доцільним та вигідним буде виготовлення шумозахисного екрану із бетону власного виробництва марки 300.

Отже, для зниження промислового шуму на прилеглий території ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон» ефективним є влаштування шумозахисного будівельно-акустичного екрану вздовж вулиці Промислової м.Гнівань.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Джигерей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навч. посіб. – К.:Знання, КОО, 2000 – 203 с.
2. Экология для технических вузов. Под общей ред. профессора В. М. Гарина. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003 – 383с.
3. Куклев Ю.И. Физическая экология: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – 357с.
4. Даценко І. І. Гігієна та екологія людини. Львів.: Афіша, 2000-442с.
5. Даценко І.І., Денисюк О.Б. та ін. Загальна гігієна. Львів:Світ, 2001-471с.
6. Карагодіна І.Л., Осипов Г.Л. та ін. Борьба з шумом в містах. Москва: Медицина, 1972-156с.
7. Лапир Ф.А., Волков Л.А., Соколов Э.В. Машины и оборудование для производства железобетона. – М.:ЦНИИТЭстроймаш, 1983 – 552с.
8. Сторожук В.М. Виробничий шум: природа та шляхи зниження: Навчальний посібник. – К.:Основа, 2003. – 384с.
9. Соціально – економічний паспорт Тиврівського району Вінницької області.
10. Дідковський В.С., Маркелов П.О. Шум і вібрація: Підручник. – К.:Вища школа, 1995. – 263с.
11. Алексеев С. П., Казаков А. М., Колотилов Н. Н. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1970. – 208 с.
12. Лопашев Д. З., Осипов Г. Л., Федосеева Е. Н. Методы измерения и нормирование шумовых характеристик. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 232 с.
13. Защита от шума / Под ред. Е. Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1978. – 286 с.
14. Колесников А. Е. Шум и вибрация. – Л.: Судостроение, 1988. – 247 с.
15. Защита от шума в градостроительстве / Г. Л. Осипов, В. Е. Коробков, А. А. Климухин и др. – М.: Стройиздат, 1993. – 96 с.
16. Заборов В. И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций. М.: Стройиздат, 1969. – 180 с.

17. Осипов Г. Л. Шумы и звукоизоляция. – М.: Стройиздат, 1987. – 103 с.
18. Пітельгузов М. А. Засоби захисту від шуму та вібрації в машинобудуванні: Видання 2-ге, додане та перероблене. Навчальний посібник. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2003. – 156 с.
19. Красильников В. А. Звуковые и ультразвуковые волны в воздухе, воде и твердых средах. – М.: Высшая школа, 1980. – 289 с.
20. Крауфорд Ф. В. Волны. – М.: Наука, 1984. – 512 с.
21. Охрана окружающей среды / Под ред. С. В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991. – 320 с.
22. Андреева-Галанина Е.П., Алексеев С.В., Кадыскин А.В., Суворов Г.А. Шум и шумовая болезнь. С-П., 1972. – 364с.
23. Абракитов В.Э., Нестеренко С.В. Аналоговое моделирование процессов распространения звука на территории города // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики: Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Вып. № 121. Харків: Харківський національний університет радіоелектроніки, 2002. – С. 87 – 94.
24. Абракитов В.Э., Данова К.В. Влияние микроструктуры пористых материалов на их звукопоглощающие свойства. // Коммунальное хозяйство городов: Научно-технический сборник. Вып. № 42. К.: Техніка, 2002. - С. 190-194.
25. Стус О.Г., Васильківський І. В. Шумозахисні засоби для Приватного акціонерного товариства «Гніванський завод спеціалізованої бетону» // VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, 25-27 вересня, 2019. Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 51.С. 53



**Додаток А. Технічне завдання**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ЕЕБ  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ В.А.Іщенко  
(підпис)  
« 15 » \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
на магістерську кваліфікаційну роботу  
**НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВІДКРИТОГО**  
**АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД**  
**«СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН»**

**08-48. МКР.110.00.000 ТЗ**

**спеціальність 101 – Екологія**

Керівник магістерської кваліфікаційної  
роботи: к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ І.В. Васильківський  
(підпис)  
« 15 » \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2020 р.

Розробив: студент гр. ЕКО-19м  
\_\_\_\_\_ О.Г. Стус  
(підпис)  
« 15 » \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2020 р.

### 1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ № 214 по ВНТУ від «25» 09 2020 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № 2 засідання кафедри ЕЕБ від «8» 09 2020 р.

### 2. Мета роботи.

Розробка будівельно-акустичних засобів для зменшення антропогенного шумового навантаження ВАТ «Гніванський завод спец залізобетон»

### 3. Вихідні дані для проведення робіт.

1. Загальні шумові характеристики віброплощадок СМЖ-187Б, СМЖ-200Б, СМЖ-199А, СМЖ-538, вібратора пневматичного ВП5, центрифуг СМЖ-104Б та СМЖ-106Б роликів, подавачів СМЖ-354 і СМЖ-425 стрічкових.
2. Характеристика джерел шуму на підприємстві ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон» (додаток Б).

### 4. Методи дослідження.

Математична обробка статистичних даних, використання засобів САПР, патентний та Internet-пошуки.

### 5. Етапи роботи і терміни їх виконання.

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання.	15.09.2020
2.	Дослідження характеристик антропогенного шуму.	30.09.2020
3.	Дослідження екологічних характеристик ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».	15.10.2020
4.	Аналіз методів захисту від антропогенного шуму.	30.10.2020
5.	Розробка природоохоронних шумозахисних будівельно-акустичних засобів для ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».	10.11.2020
6.	Еколого-економічна оцінка реалізації природоохоронних заходів ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетону».	20.11.2020
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	30.11.2020

### 6. Призначення і галузь використання.

Результати роботи будуть використані для розробки і будівництва шумозахисного екрану навколо території ВАТ «Гніванський завод спецзалізобетон» для захисту прилеглої житлової забудови від антропогенного промислового шуму.

### 7. Вимоги до розробленої документації.

Пояснювальна записка та графічна частина

### 8. Порядок приймання роботи.

Публічний захист роботи «      »    2020 р.

Початок розробки « 8 »    2020 р.

Граничні терміни виконання МКР « 1 »    2020 р.

Розробив студент групи ЕКО-19м    Стус Олексій Григорович

(підпис)

## Додаток Б.

**Характеристика джерел шуму на підприємстві  
ВАТ «Гніванський завод спецаліобетон»**

№ п/п	Найменування джерел шуму	Рівень звукового тиску, дБ
Блок №1. Цехи по виготовленню труб та шпал з арматурним відділенням		
1	Вібратор пневматичний ВП5	120
2	Віброплощадки СМЖ-187Б, СМЖ-200Б	110
3	Подавачі стрічкові СМЖ-354, СМЖ-425	80
Бетонозмішувальний цех блока №1 для виготовлення труб та шпал		
4	Центрифуги СМЖ-104Б роликові	100
Блок №2. Цехи по виготовленню конструкцій для промислового будування і опор ЛЕП з арматурним відділенням		
5	Вібратор пневматичний ВП5	120
6	Віброплощадки СМЖ-187Б, СМЖ-199А	110
7	Подавачі стрічкові СМЖ-354, СМЖ-425	80
Бетонозмішувальний цех блока №2 для виготовлення конструкцій для промислового будування і опор ЛЕП з арматурним відділенням		
8	Центрифуги СМЖ-104Б роликові	100

**Додаток В.**  
**Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи**

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ІнЕБМД, д.т.н., професор  
\_\_\_\_\_ Петрук В.Г.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**АКТ**  
**впровадження результатів**  
**магістерської кваліфікаційної роботи**  
**студента групи ЕКО-19м**  
***Стуса Олексія Григоровича***  
на тему: **«НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**  
**ВІДКРИТОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД**  
**«СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН»**  
**у навчальний процес**

Комісія у складі професора Ранського А. П., доцента Кватернюка С. М., доцента Петрука Р.В. склали цей акт про те, що в інституті екологічної безпеки та моніторингу довкілля Вінницького національного технічного університету під час виконання практичних занять з дисципліни «Природоохоронні технології» впроваджено такі результати, розроблені магістрантом Стусом Олексієм Григоровичем:

1. Удосконалена модель оцінки шумового забруднення створюваного технологічним обладнанням цехів по виготовленню опор ЛЕП, труб та шпал, бетонозмішувальних цехів, арматурних дільниць на досліджувану територію.

2. Удосконалена методика планування природоохоронних шумоза-хисних заходів для пневматичних вібраторів, віброплощадок, стрічкових подавачів і центрифуг, які використовуються на підприємствах ЗБК.

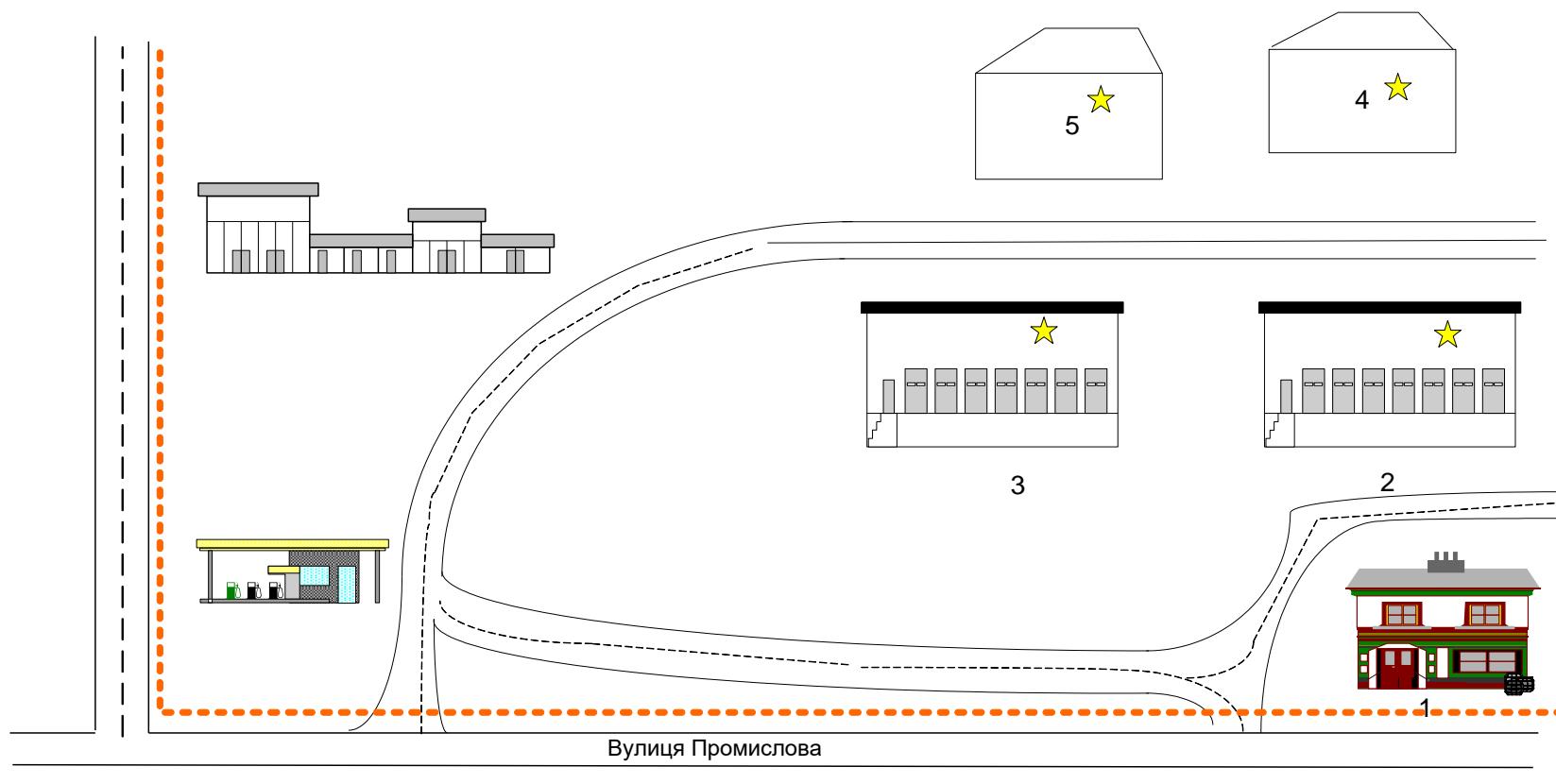
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20120 р.

Голова комісії: \_\_\_\_\_ д.х.н., професор, завідувач кафедри  
ХХТ Ранський А. П.

Члени комісії: \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент каф. ЕЕБ Кватернюк С.М.



\_\_\_\_\_ к.т.н., доцент кафедри ЕЕБ Петрук Р. В.

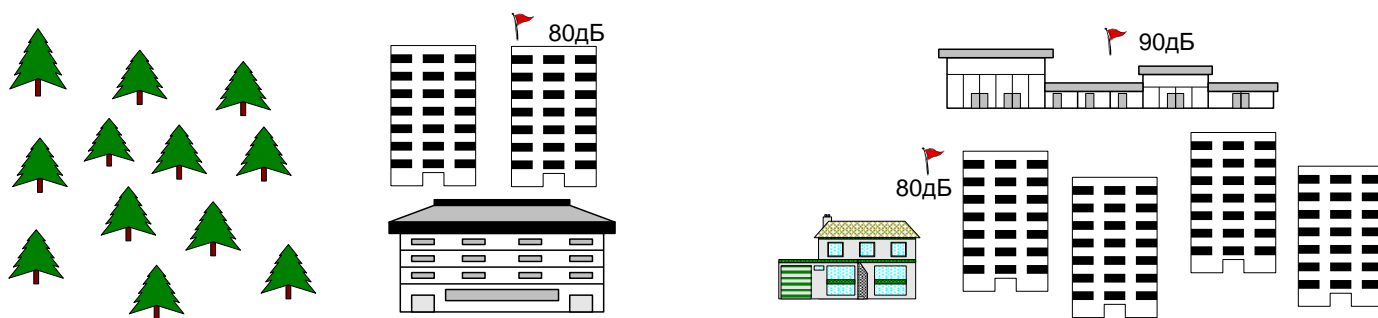
## ПЛАН ТЕРИТОРІЇ ВАТ "ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН"



Умовні позначення:

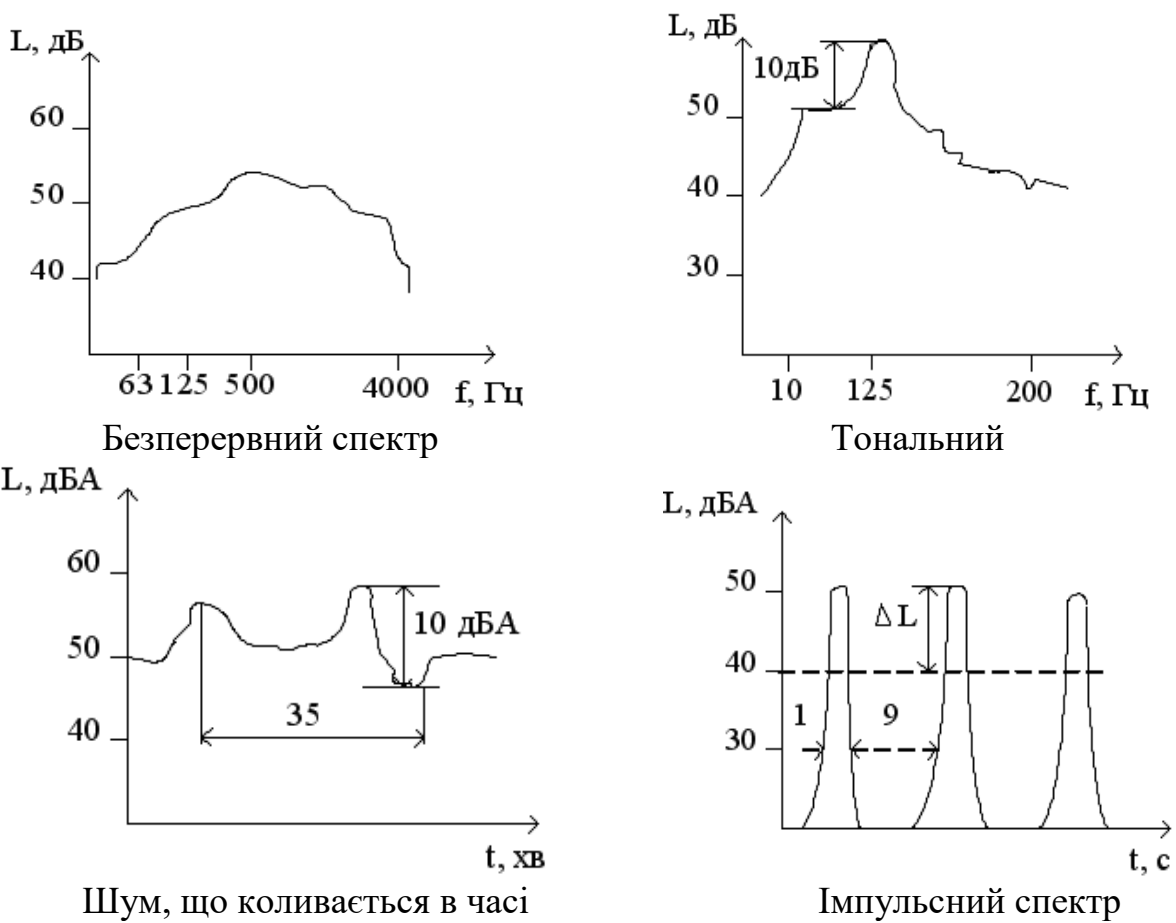
----- - територія підприємства;

- 1- адмінприміщення;
  - 2 - Блок №1. Цехи по виготовленню труб та шпал з арматурним відділенням;
  - 3 - Бетонозмішувальний цех блока №1 для виготовлення труб та шпал;
  - 4 - Блок №2. Цехи по виготовленню конструкцій для промислового будування і опор ЛЕП з арматурним відділенням;
  - 5 - Бетонозмішувальний цех блока №2 для виготовлення конструкцій для промислового будування і опор ЛЕП з арматурним відділенням;
-  - місця заміру шуму;  
 - основні джерела шуму.

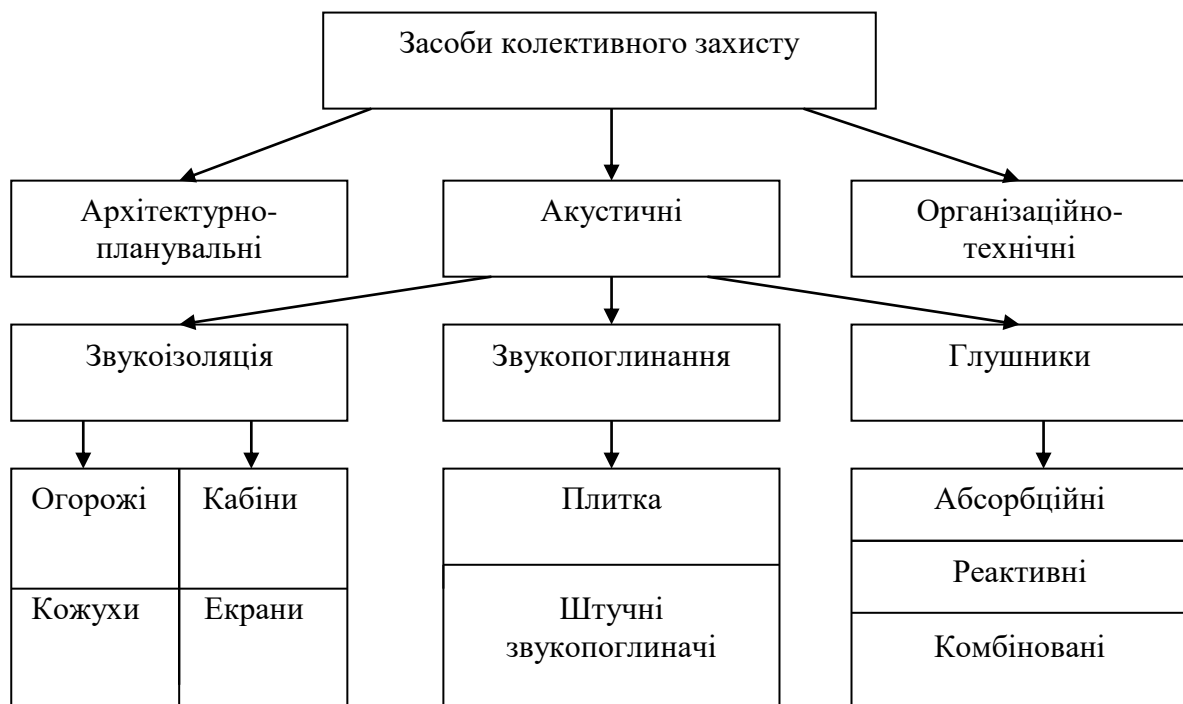


					08-48. МКР.110.00.001 ГЧ			
					Спектральна характеристика промислового шуму. Схема колективного захисту від шуму.	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
<b>Розробив</b>		Стус О.Г.		30.11.20				
<b>Перевірів</b>		Васильківський І.В.		30.11.20				
<b>Т.контр.</b>					Аркш 1   Аркшів 6			
<b>Рецензент</b>		Прокопчук С.П.		30.11.20	ВНТУ, ІнеБМД, ЕКО-19м			
<b>Н. контр.</b>		Васильківський І.В.		30.11.20				
<b>Затвердив</b>		Іщенко В.А.		30.11.20				

## СПЕКТРАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМИСЛОВОГО ШУМУ



## СХЕМА КОЛЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ



					08-48. МКР.110.00.002 ГЧ				
					Характеристика джерел шуму на підприємстві ВАТ "Гніванський завод спеціаліобетон". Допустимі рівні шуму в різний час доби.	Літ.	Маса	Масш	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
<b>Розробив</b>		Стус О.Г.		30.11.20					
<b>Перевірів</b>		Васильківський І.В.		30.11.20					
<b>Т. контр.</b>						Аркш 2		Аркшів 6	
<b>Рецензент</b>		Прокопчук С.П.		30.11.20		ВНТУ, ІнЕБМД, ЕКО-19м			
<b>Н. контр.</b>		Васильківський І.В.		30.11.20					
<b>Затвердив</b>		Іщенко В.А.		30.11.20					



## ХАРАКТЕРИСТИКА ДЖЕРЕЛ ШУМУ НА ПІДПРИЄМСТВІ ВАТ “ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН”

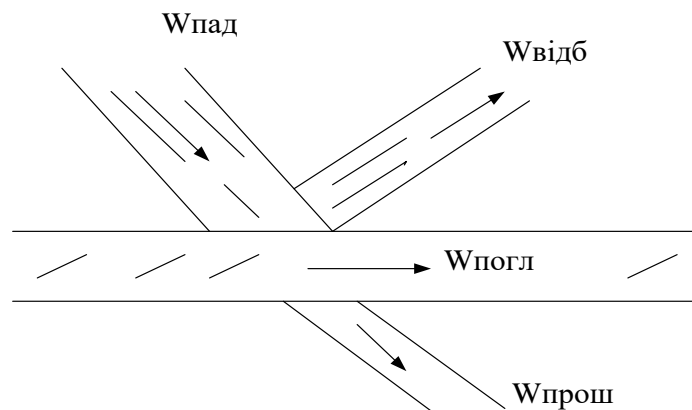
№	Найменування джерел шуму	Рівень звукового тиску, дБ
Блок №1. Цехи по виготовленню труб та шпал з арматурним відділенням		
1	Вібратор пневматичний ВП5	120
2	Віброплощадки СМЖ-187Б, СМЖ-200Б	110
3	Подавачі стрічкові СМЖ-354, СМЖ-425	80
Бетонозмішувальний цех блока №1 для виготовлення труб та шпал		
4	Центрифуги СМЖ-104Б роликові	100
Блок №2. Цехи по виготовленню конструкцій для промислового будування і опор ЛЕП з арматурним відділенням		
5	Вібратор пневматичний ВП5	120
6	Віброплощадки СМЖ-187Б, СМЖ-199А	110
7	Подавачі стрічкові СМЖ-354, СМЖ-425	80
Бетонозмішувальний цех блока №2 для виготовлення конструкцій для промислового будування і опор ЛЕП з арматурним відділенням		
8	Центрифуги СМЖ-104Б роликові	100

### ДОПУСТИМІ РІВНІ ШУМУ В РІЗНИЙ ЧАС ДОБИ

Зона дії шуму	Допустимий рівень шуму в різний час доби, дБА			
	7 <sup>00</sup> – 23 <sup>00</sup>		23 <sup>00</sup> – 7 <sup>00</sup>	
	Еквівал.	Максим.	Еквівал.	Максим.
Учбові приміщення	40	55	-	-
Житлові кімнати	40	55	30	45
Номера готелів, гуртожитків, територій лікарень та санаторіїв	45	60	35	50
Зали столових, кафе	55	70	-	-
Зали очікування вокзалів, аеропортів	60	75	-	-
Території, прилеглі до житлових будинків, дитячим садочкам і т.д.	55	70	45	60
Площадки відпочинку житлових будинків, шкіл, інститутів і т.д	45	60	-	-

					08-48. МКР.110.00.003 ГЧ			
					Схема проходження звукової хвилі через перешкоду. Звукоізолююча здатність багат шарових огорож, конструкцій і перегородок.	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
<b>Розробив</b>		Стус О.Г.		30.11.20				
<b>Перевірів</b>		Васильківський І.В.		30.11.20				
<b>Т.контр.</b>						<b>Аркш 3   Аркшів 6</b>		
<b>Рецензент</b>		Прокопчук С.П.		30.11.20		<b>ВНТУ, ІНЕБМД, ЕКО-19м</b>		
<b>Н. контр.</b>		Васильківський І.В.		30.11.20				
<b>Затвердив</b>		Іщенко В.А.		30.11.20				

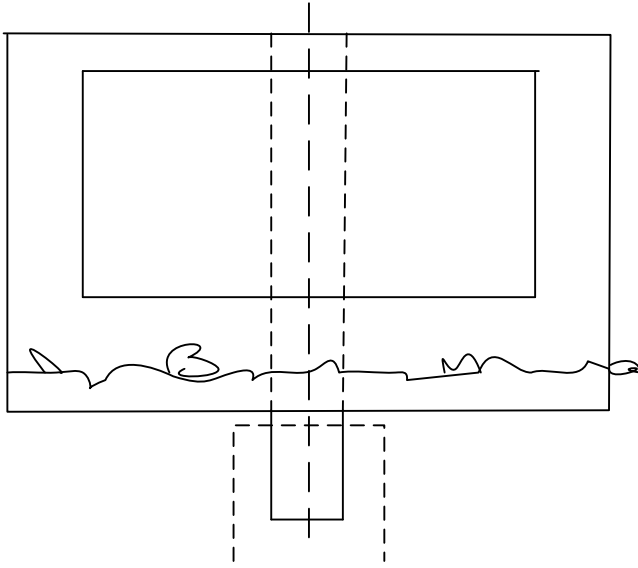
## СХЕМА ПРОХОДЖЕННЯ ЗВУКОВОЇ ХВИЛІ ЧЕРЕЗ ПЕРЕШКОДУ



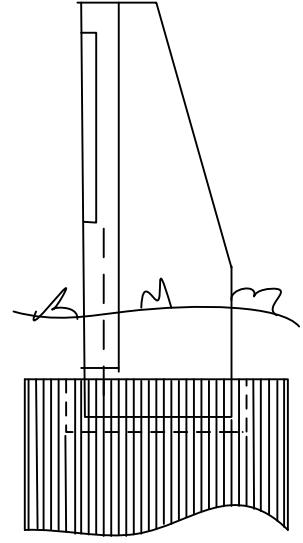
### ЗВУКОІЗОЛЮЮЧА ЗДАТНІСТЬ БАГАТОШАРОВИХ ОГОРОЖ, КОНСТРУКЦІЙ І ПЕРЕГОРОДОК

Вид огорож	h, мм	Q, мм	Октавні смуги частот, Гц								
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Два листа залізних по 2мм і 40мм, мінеральна вата	44	36	12	18	21	34	43	39	57	57	57
Два азбоцементних листа по 6мм і 40мм, пінополіуретан	52	32	14	20	25	36	39	39	45	40	40
Цегла 95мм із ДВП 25мм і 40мм, повітряний проміжок	170	180	25	31	37	45	49	52	58	60	65
Дві гіпсобетонні перегородки 70мм і проміжок 60мм	270	170	19	26	32	40	39	45	53	56	64
Дві бетонні стіни по 77мм із повітряним проміжком 50мм	190	340	32	38	44	42	48	54	59	59	59
Склоблок	39	70	32	37	40	42	45	48	50	50	50
Отвір дверей із двох листів фанери й одного проміжного по 6мм і двох шарів скловолокна по 30мм	80	-	9	15	21	25	31	37	39	35	35
Подвійні двері з тамбуром 30см	80	-	22	27	31	33	36	46	49	42	42
Металеві двері 4мм зі скловолокном 40мм	50	-	16	21	28	36	45	51	50	49	45
Подвійні вікна зі склом по 3мм	100	-	16	24	32	33	41	49	52	49	43
	150	-	18	27	36	35	46	49	52	49	44
	200	-	22	28	28	29	49	49	52	49	44

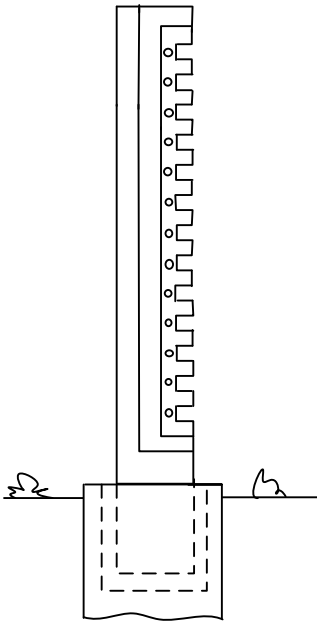
					08-48. МКР.110.00.004 ГЧ			
					Види шумозахисних екранів із залізобетону.	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Стус О.Г.		30.11.20				
Перевірів		Васильківський І.В.		30.11.20				
Т.контр.						Аркш 4   Аркшів 6		
Рецензент		Прокопчук С.П.		30.11.20		ВНТУ, ІНЕБМД, ЕКО-19м		
Н. контр.		Васильківський І.В.		30.11.20				
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11.20				

**ВИДИ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОНУ**

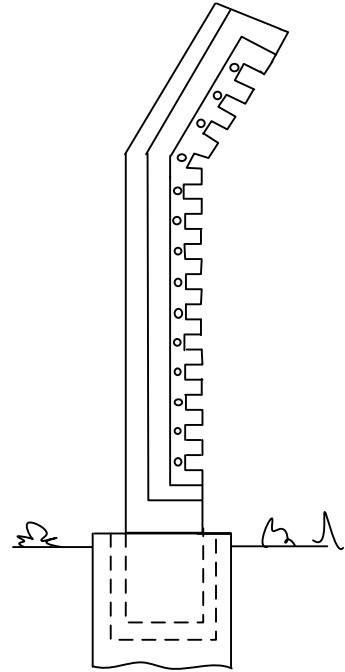
а) Фасад



б) Розріз



в) Розрізи



					08-48. МКР.110.00.005 ГЧ			
					Загальний вигляд шумозахисних екранів фірми “Максфорсконкрит” (виробник Росія).	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
<b>Розробив</b>		Стус О.Г.		30.11.20				
<b>Перевірів</b>		Васильківський І.В.		30.11.20				
<b>Т.контр.</b>						Аркш 5		Аркшів 6
<b>Рецензент</b>		Прокопчук С.П.		30.11.20		ВНТУ, ІнЕБМД, ЕКО-19м		
<b>Н. контр.</b>		Васильківський І.В.		30.11.20				
<b>Затвердив</b>		Іщенко В.А.		30.11.20				

ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ ФІРМИ  
“МАКСФОРСКОНКРИТ” (ВИРОБНИК РОСІЯ)



а) “СтоунфортНБ”



б) “ФрендкритНБ”



в) “ТімберкритНБ”



г) “Акустикрит”



д) “ФрендкритНБ+”

					08-48. МКР.110.00.006 ГЧ				
					План території ВАТ "Гніванський завод спеціалізобетон".	Літ.		Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
<b>Розробив</b>		Стус О.Г.		30.11.20					
<b>Перевірів</b>		Васильківський І.В.		30.11.20					
<b>Т.контр.</b>						Аркш 6		Аркшів 6	
<b>Рецензент</b>		Прокопчук С.П.		30.11.20		ВНТУ, ІнЕБМД, ЕКО-19м			
<b>Н. контр.</b>		Васильківський І.В.		30.11.20					
<b>Затвердив</b>		Іщенко В.А.		30.11.20					