

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
(назва факультету/ІНЦ)

«Транспортна інфраструктура»
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

на тему: Оцінка шумового навантаження від рухомого складу залізниць при виконанні маневрової роботи на ст. Львів відповідно до вимог інтегрованості

за освітньою програмою «Інтегрованість і безпека на залізничному транспорті»

зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ІН 2226

(підпис студента) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ Роман СЕНИШИН /

Керівник:
(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ проф. Віталій КОВАЛЬЧУК /

Нормоконтролер:
(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

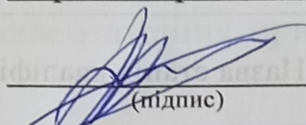
Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»



Олексій ТЮТКІН
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата 22.04.2023

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту Сенишину Роману Андрійовичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Оцінка шумового навантаження від рухомого складу залізниць при виконанні маневрової роботи на ст. Львів відповідно до вимог інтероперабельності»

Керівник роботи: Ковальчук Віталій Володимирович, д.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від «28» квітня 2023 р. № 360ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Результати аналізу українських та європейських норм щодо оцінки шумового навантаження. Експериментальні вимірювання шумового навантаження на станції Львів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Аналіз чинників шумового навантаження на маневрових залізничних станціях. Розділ 2. Вимоги нормативних документів України та Європейського союзу до оцінки та рівнів шумового навантаження від залізничного транспорту. Розділ 3. Експериментальні дослідження шумового навантаження на залізничній станції Львів відповідно до вимог Європейського союзу. Розділ 4. Рекомендації із зниження шумового навантаження на навколишнє середовище при виконанні маневрової роботи на станції Львів. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 17 слайдів).

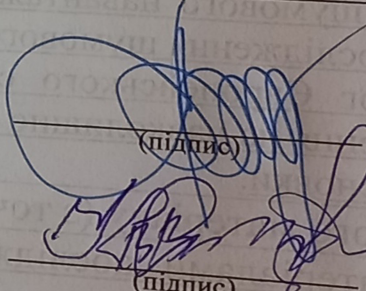
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

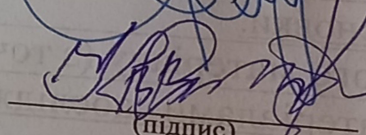
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз чинників шумового навантаження на маневрових залізничних станціях.	30.10.2023-19.11.2023	
2	Розділ 2. Вимоги нормативних документів України та Європейського союзу до оцінки та рівнів шумового навантаження від залізничного транспорту.	20.11.2023-04.12.2023	
3	Розділ 3. Експериментальні дослідження шумового навантаження на залізничній станції Львів відповідно до вимог Європейського союзу.	05.12.2023-17.12.2023	
4	Розділ 4. Рекомендації із зниження шумового навантаження на навколишнє середовище при виконанні маневрової роботи на станції Львів. Висновки. Оформлення ВКР.	18.12.2023-07.01.2024	
5	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024-14.01.2024	
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент


(підпис)

Роман СЕНИШИН
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)
Віталій КОВАЛЬЧУК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
(назва факультету/ННЦ)

«Транспортна інфраструктура»
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

на тему: Оцінка шумового навантаження від рухомого складу залізниць при виконанні маневрової роботи на ст. Львів відповідно до вимог інтегрованості

за освітньою програмою «Інтегрованість і безпека на залізничному транспорті»

зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ІН 2226

(підпис студента) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ Роман СЕНИШИН /

Керівник:
(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ проф. Віталій КОВАЛЬЧУК /

Нормоконтролер:
(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

_____ (підпис)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Building, architecture and infrastructure
(faculty/TRC)

Transport infrastructure
(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis
Master
(higher education degree)

on the topic: Assessment of noise load from rolling stock of railways when performing shunting work at st. Lviv in accordance with interoperability requirements
according to educational curriculum Interoperability and safety in railway transport
in the Specialization: 273 Rail transport
(Specialization and its code)

Done by the student of the group: IH 2226 / Roman SENYSHYN /
(name, surname)

Scientific Supervisor: / Professor Vitalii KOVALCHUK /
(position, name, surname)

Normative controller : / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /
(position, name, surname)

Dnipro – 2024

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

62 стор., 38 рис., 3 табл., 54 літературних джерел.

Об'єкт розробки – шумове навантаження від залізничного транспорту при проведенні маневрової роботи на станції.

Мета роботи – оцінка та розробка рекомендацій із зменшення шумового навантаження від рухомого складу залізниць при проведенні маневрової роботи на станції Львів відповідно до вимог інтероперабельності.

Метод дослідження – аналіз нормативної документації України та ЄС. Експеримент із вимірювання шумового навантаження при проведенні маневрової роботи на залізничній станції Львів.

У магістерській роботі проведено аналіз вимог норм Європейського Союзу та України стосовно рівнів шумового навантаження від залізничного транспорту. Проведено аналіз методів оцінки та зниження шумового навантаження від залізничного транспорту, які використовуються на залізницях Європейського Союзу. Виконано експеримент із вимірювання шумового навантаження при проведенні маневрової роботи на залізничній станції Львів. Розроблено рекомендації із зниження шумового навантаження на прилеглі території при виконанні маневрової роботи на залізничних станційних коліях.

У результаті досліджень встановлено, що середні значення шумового навантаження від поїздів перевищують допустиму величину 60 дБ, що вимагається нормами України та допустиму величину 55 дБ, що вимагається нормами країн членів Європейського Союзу. Тому це вимагає розробки заходів зниження негативного шумового впливу на навколишнє середовище.

Для зниження шумового навантаження на прилеглі території станції Львів запропоновано влаштування шумозахисних екранів у східній та західній горловинах станції.

Ключові слова: МАНЕВРОВА РОБОТА, СТАНЦІЯ, ШУМОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ПОЇЗД.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І СЛОВНИК ТЕХНІЧНИХ ТЕРМІНІВ

TSI	Технічні специфікації інтероперабельності.
EN	Європейські стандарти.
ССРС	Спеціальний самохідний рухомий склад
РС	Рухомий склад
ВБК	Верхня будова колії
DB	Німецькі залізниці
BS	Британські стандарти
ДШ	Джерело шуму
Еквівалентний рівень звукового випромінювання	Це еквівалентний рівень звукового тиску, що вимірюється із частотною характеристикою приладу шумоміру.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА МАНЕВРОВИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЯХ	10
1.1. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИЛЕГЛІ ТЕРИТОРІЇ ТА ЛЮДЕЙ ВІД ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	10
1.2. МАНЕВРОВА РОБОТА НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ СТАНЦІЇ ЛЬВІВ	13
1.3. АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ ВИКОНАНІ МАНЕВРОВОЇ РОБОТИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЯХ.....	15
1.4. МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИЛЕГЛІ ТЕРИТОРІЇ.....	17
1.4.1. ЗАСТОСУВАННЯ ШУМОЗАХИСНИХ АКУСТИЧНИХ ЕКРАНІВ	17
1.4.2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ	18
1.4.3. УДОСКОНАЛЕННЯ ХОДОВИХ КОНСТРУКЦІЙ РУХОМОГО СКЛАДУ	20
Висновки до розділу 1	21
РОЗДІЛ 2. ВИМОГИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ДО ОЦІНКИ ТА РІВНІВ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	23
2.1. НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ТА АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ШУМУ ВІД РУХОМОГО СКЛАДУ У КРАЇНАХ ЄС.....	23
2.2. ВИМОГИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ, ЩОДО ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИЛЕГЛІ ТЕРИТОРІЇ	25
2.3. ВИМОГИ TSI NoISE ВИЗНАЧЕННЯ ТА РІВНІВ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ	26
2.4. ТЕОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ШУМУ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ CNOSSOS- EU	28

2.4.1. МЕТОДИ SCHALL 03 ТА MPVHD ДЛЯ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ШУМУ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ	28
2.4.2. МЕТОД ОЦІНКИ ШУМУ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ КОЧЕННЯ РЕЙОК І КОЛІС РУХОМОГО СКЛАДУ	29
2.4.3. МЕТОД ОЦІНКИ ШУМУ ПРИ РУСІ РУХОМОГО СКЛАДУ ПО СТИКАХ ТА ХРЕСТОВИНАХ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ	29
2.4.4. МЕТОД ОЦІНКИ ШУМУ ВІДПОВІДНО ДО ДИРЕКТИВИ ЄС 2002/49/ЕС	30
Висновки до розділу 2	30

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ СТАНЦІЇ ЛЬВІВ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

3.1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	32
3.2. ПАРАМЕТРИ ДОСЛІДЖУВАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ КОЛІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ	33
3.3. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ ШУМУ ВІД РУХОМОГО СКЛАДУ	34
3.4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВЕЛИЧИН ШУМУ ПРИ ПРОЇЗДІ ПОЇЗДІВ	35
3.5. АНАЛІЗ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ПОЇЗДІВ	39
Висновки до розділу 3	42

РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЙ ІЗ ЗНИЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ ВИКОНАННІ МАНЕВРОВОЇ РОБОТА НА СТАНЦІЇ ЛЬВІВ

4.1. ВИМОГИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ШУМУ ВІД РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	43
4.2. ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ	46

4.3. ПРИНЦИП РОБОТИ ТА ВЛАШТУВАННЯ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ.....	49
4.4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ІЗ ВСТАНОВЛЕННЯ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ У СХІДНІЙ ТА ЗАХІДНІЙ ГОРЛОВИНІ СТАНЦІЇ ЛЬВІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИЛЕГЛІ ТЕРИТОРІЇ	50
Висновки до розділу 4	53
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ЛІТЕРАТУРА	56

ВСТУП

Розвиток залізничного транспорту у напрямку підвищення швидкостей руху та збільшення кількості пар поїздів на добу призводить до підвищення шумового навантаження від залізничного транспорту на навколишнє середовище. При цьому, значне шумове навантаження припадає на людей, які проживають неподалік залізничних колій. Постійне шумове навантаження і перевищення його допустимих норм призводить до погіршення здоров'я людей.

Тому для зменшення шумового навантаження, хоча б до допустимих рівнів, необхідно досліджувати, розробляти та запроваджувати сучасні та безпечні системи захисту людей і навколишнього середовища від негативного впливу шумового навантаження.

Актуальність теми. Значне шумове навантаження виникає від залізничного транспорту при проведенні маневрової роботи на залізничних станціях. Крім того, що це навантаження має постійний негативний вплив на сельбишні та міські території, воно також впливає на пасажирів, які очікують поїзди на станціях.

Проте, даній проблемі на залізницях України, не приділяється належна увага. Фактично всі станції на яких проводиться маневрова робота не мають систем захисту від шумового навантаження залізничного транспорту.

Отже, проблема дослідження шумового навантаження від залізничного транспорту при проведенні маневрової роботи і запровадження методів зниження шумового навантаження є актуальною задачею даної магістерської роботи.

Мета роботи. Метою магістерської роботи є оцінка та розробка рекомендацій із зменшення шумового навантаження від рухомого складу залізниць при проведенні маневрової роботи на станції Львів відповідно до вимог інтеперабельності.

Для досягнення вказаної мети у магістерській роботі поставлено такі задачі досліджень:

-провести аналіз вимог норм Європейського Союзу та України стосовно рівнів шумового навантаження від залізничного транспорту;

-провести аналіз методів оцінки та зниження шумового навантаження від залізничного транспорту, які використовуються на залізницях Європейського Союзу;

-виконати експеримент із вимірювання шумового навантаження при проведенні маневрової роботи на залізничній станції Львів;

-розробити рекомендації із зниження шумового навантаження на прилеглій території при виконанні маневрової роботи на залізничних станційних коліях.

Об'єкт дослідження – шумове навантаження від залізничного транспорту при проведенні маневрової роботи на станції.

Предмет дослідження – методи дослідження шумового навантаження при виконанні маневрової роботи на станції.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА МАНЕВРОВИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЯХ

1.1. Аналіз впливу шумового навантаження на прилеглі території та людей від залізничного транспорту

При збільшенні кількості колій на залізничних станціях, на яких проводиться маневрова робота вимагає застосування ефективних систем захисту від шумового навантаження залізничного транспорту. Обмеження на величину шумового навантаження, яке діє на прилеглі території встановлюється законодавчими актами та нормами, як в Україні так і в країнах Європейського Союзу.

Також ситуація, яка присутня, наприклад, у м. Львові, коли збільшується забудова територій біля залізничних колій (рис. 1.1 та рис. 1.2) негативно впливає на здоров'я людей, що проживають у даних будівлях. Все це вимагає розробки ефективних заходів захисту від шумового навантаження.

Крім цього із візуалізації забудови м. Львова [1] встановлено, що у майбутньому передбачається значна забудова територій біля залізничного комплексу, а саме, значна забудова територій біля станції Львів.

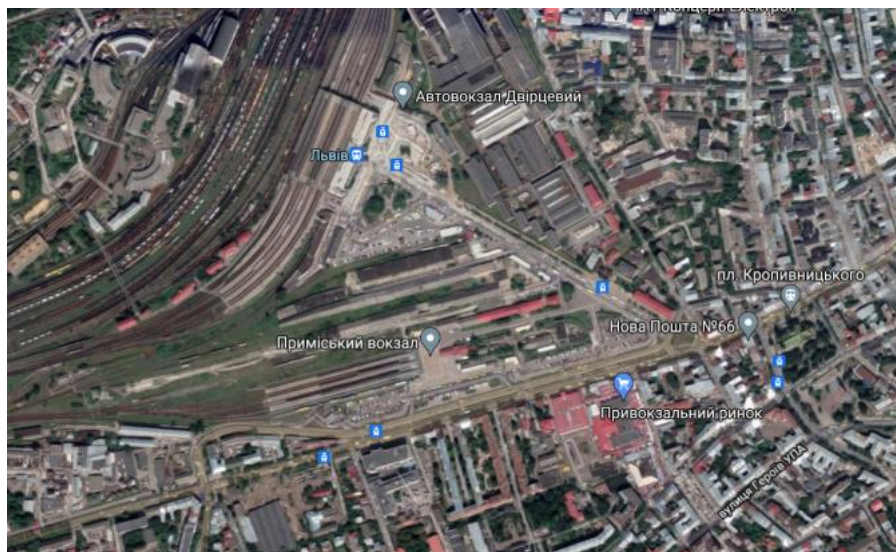


Рисунок 1.1 – Приклади візуалізації забудови територій біля залізничних колій м. Львова [1]



Рисунок 1.2 – Житлова будівля біля залізничної колії [2]

Відповідно до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів, які ще були затверджені наказом МОЗ України від 19 червня 1996 р. N173, зазначено, що житлову забудову необхідно відокремлювати від залізничних ліній санітарно-захисною зоною шириною 100 м від осі крайньої залізничної колії. Це необхідно для забезпечення допустимих рівнів шуму на населення.

У результаті проведених вимірювань шумового навантаження біля ЖК «Forum Apartmens» встановлено, що рівень шуму становить 57,3 децибел, що перевищує допустиму норму.

У результаті збільшення житлових будівель біля залізничних колій призведе до підвищення шумового навантаження на прилеглі території та людей. Тому для зменшення шумового навантаження необхідно провести дослідження величини шумового навантаження від рухомого складу при проведенні маневрової роботи та розробити заходи зниження шумового навантаження на прилеглі території. Використання звукопоглинаючих панелей є одним із найкращих способів позбутися небажаних звуків, які виникають при проїзді рухомого складу по коліях.

Такі дослідження проведені у працях авторів [3–8]. Велика увага приділяється питанню дослідження шумового навантаження від залізничного транспорту, оскільки у праці [5] зазначено, що близько 50 % вантажних перевезень покривається залізничним транспортом.

На рис. 1.3 наведено схеми передачі навантажень від залізничного транспорту на прилеглі території та будівлі.

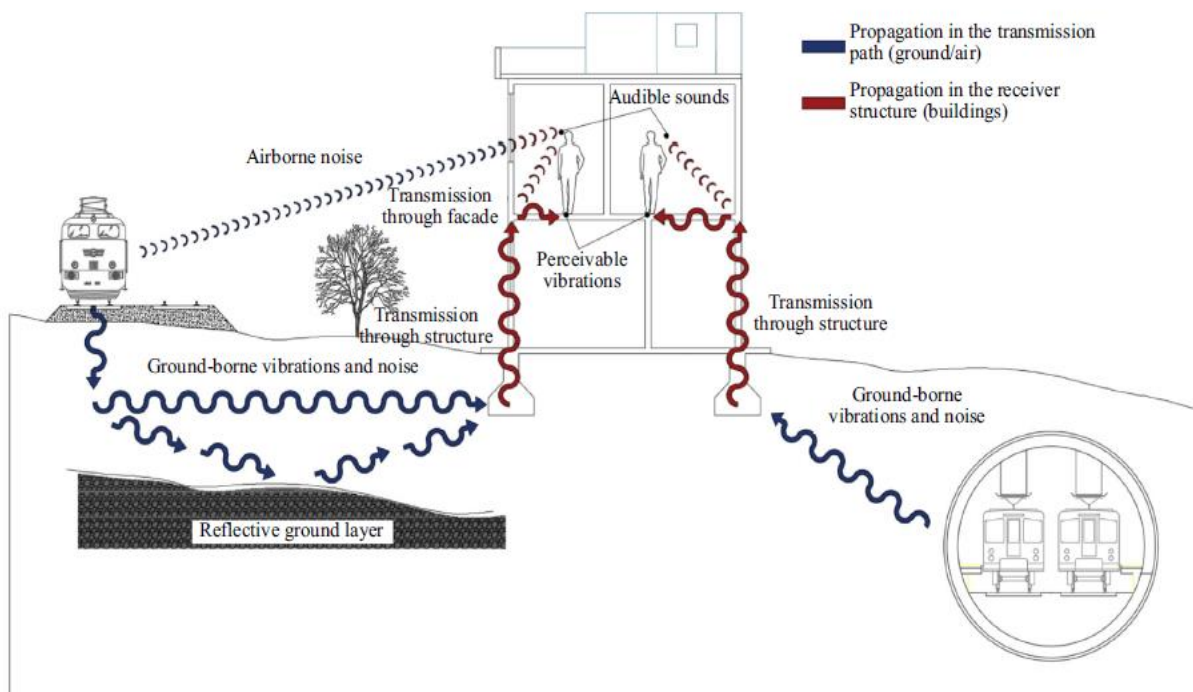


Рисунок 1.3 – Схема передачі вібраційної та шумової дії від залізничного транспорту [8]

Слід зазначити, що у різних країнах використовуються різні значення допустимих рівнів вібрації та шумового навантаження від залізничного транспорту. Ця інформація наведена у міжнародних нормативних документах ISO 2631, ISO 4866 і BS EN 12299, BS 6841, DIN 4150, SN 640 312a і NS 8167.

До них відносяться метро і наземні поїзди як для вантажних, так і для пасажирських перевезень.

Із рис. 1.1 видно процес передачі вібраційної та шумової дій від залізничного транспорту. Як бачимо при проїзді рухомого складу вібрація передається через землю на будівлі і в результаті це впливає.

Питання шумового навантаження на людей є настільки актуальним, що у Європейському Союзі була створена Робоча група Європейської комісії з метою стосовно визначення основних джерел залізничного шуму та розробки заходів для його зниження [9]. У результаті в праці [10] наведено рекомендації із зниження шумового навантаження від залізничного транспорту.

Однак, у багатьох дослідженнях мало уваги приділяється оцінці шумового навантаження на станціях на яких проводиться маневрова робота із рухомим складом залізниці.

1.2. Маневрова робота на залізничній станції Львів

Вимоги до маневрової роботи на залізничних станціях, наведено в Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України [11].

Маневрова робота виконується відповідно до технологічного процесу роботи станції, і вона забезпечує виконання основних функцій, які наведено на рис. 1.4.

Маневрова робота на станції здійснюється за розпорядженням тільки одного із працівників – чергового по станції, маневрового диспетчера, чергового по сортувальній гірці. На ділянках, які обладнані диспетчерською централізацією, маневрова робота виконується поїзним диспетчером.

При виконанні маневрової роботи використовують технічні засоби та ряд технічних процесів. Для обслуговування вантажного руху на сортувальній станції використовується:

- колійний розвиток станції;
- сортувальні пристрої станції;
- сортувальні та перевантажувальні платформи і площадки, а також можуть використовуватися вантажні райони;
- пункти підготовки вагонів до перевезень.

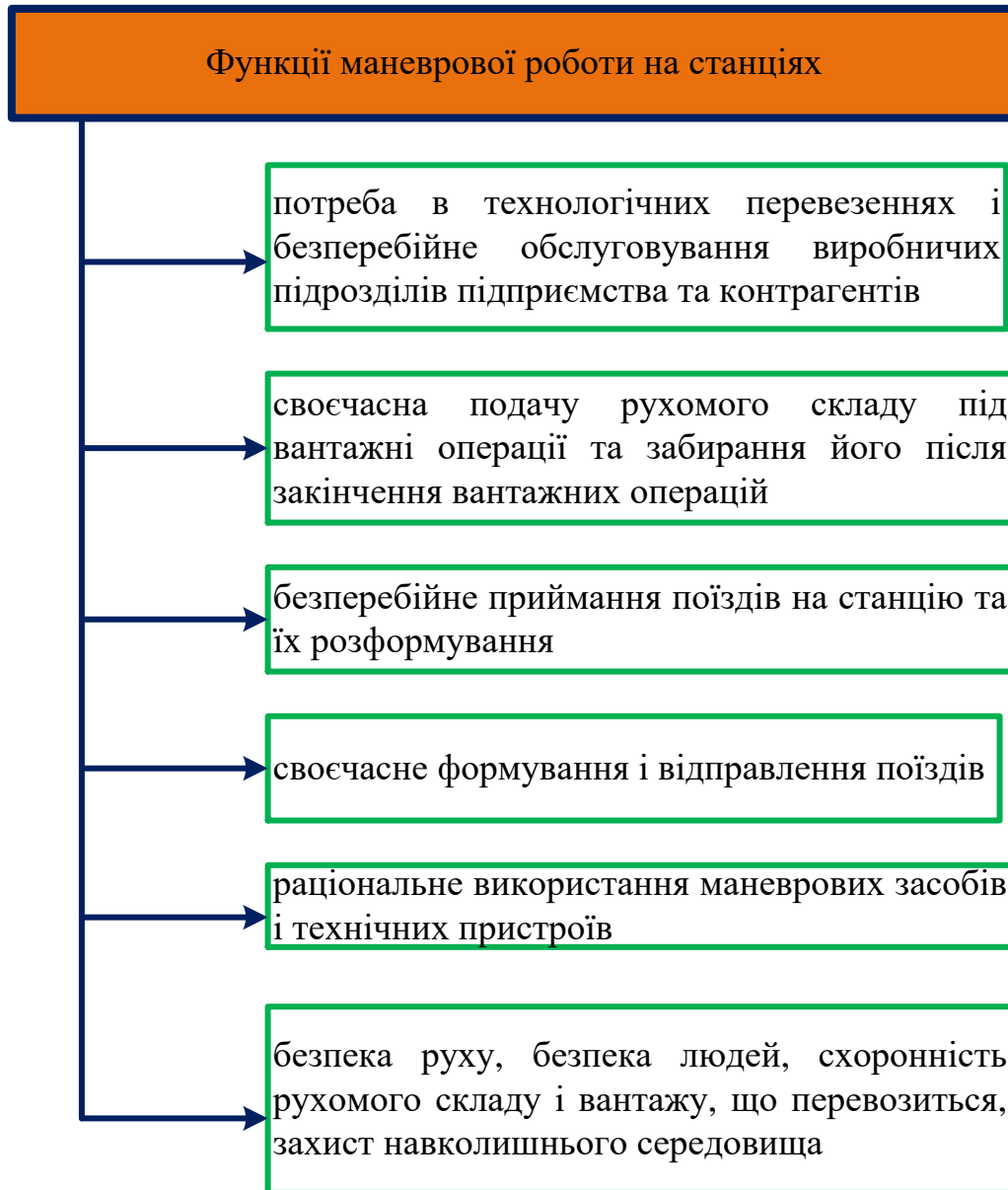


Рисунок 1.4 – Функції, які забезпечує маневрова робота на станціях

Для обслуговування локомотивів і вагонів при виконанні маневрової роботи на станції використовуються:

- пристрої локомотивного та вагонного господарства станції;
- пункти екіпірування локомотивів;
- пункти технічного обслуговування рухомого складу.

Також використовуються інші технічні засоби станції.

Використання такої великої кількості технічних засобів для виконання маневрової роботи призводить до виникнення шумового навантаження при

виконані маневрів. У результаті житлові будинки які знаходяться поблизу станції відчувають шумове навантаження. Яке у багатьох випадках перевищує допустиму норму і негативно впливає на здоров'я людей.

1.3. Аналіз джерел шумового навантаження на навколишнє середовище при виконанні маневрової роботи на залізничних станціях

У випадку виконання маневрової роботи на станції, джерелами шумового навантаження є (рис. 1.5):

-шумове навантаження від вагонів та двигунів маневрових локомотивів. Це дуже актуально при виконанні операцій гальмування, або прискорення, які призводять до підвищення шуму;

-шумове навантаження від гальм: вхідні поїзди, гальмування маневрових локомотивів, гальмування вагонів на гіркових сповільнювачах, та шум при випробуванні гальм у поїздах. Слід зазначити, що шум на гірках, є одним із найбільш потужних джерел шумового забруднення навколишнього середовища;

-шумове навантаження, яке виникає при маневрових ударах.

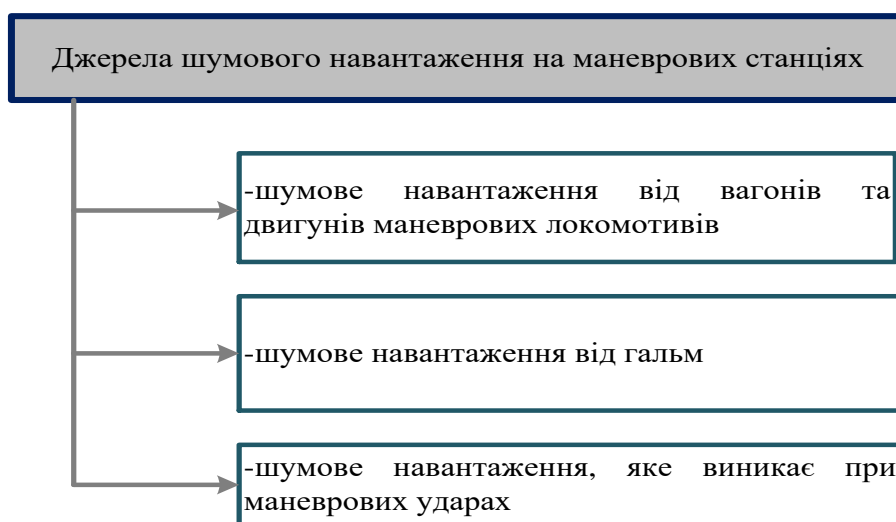
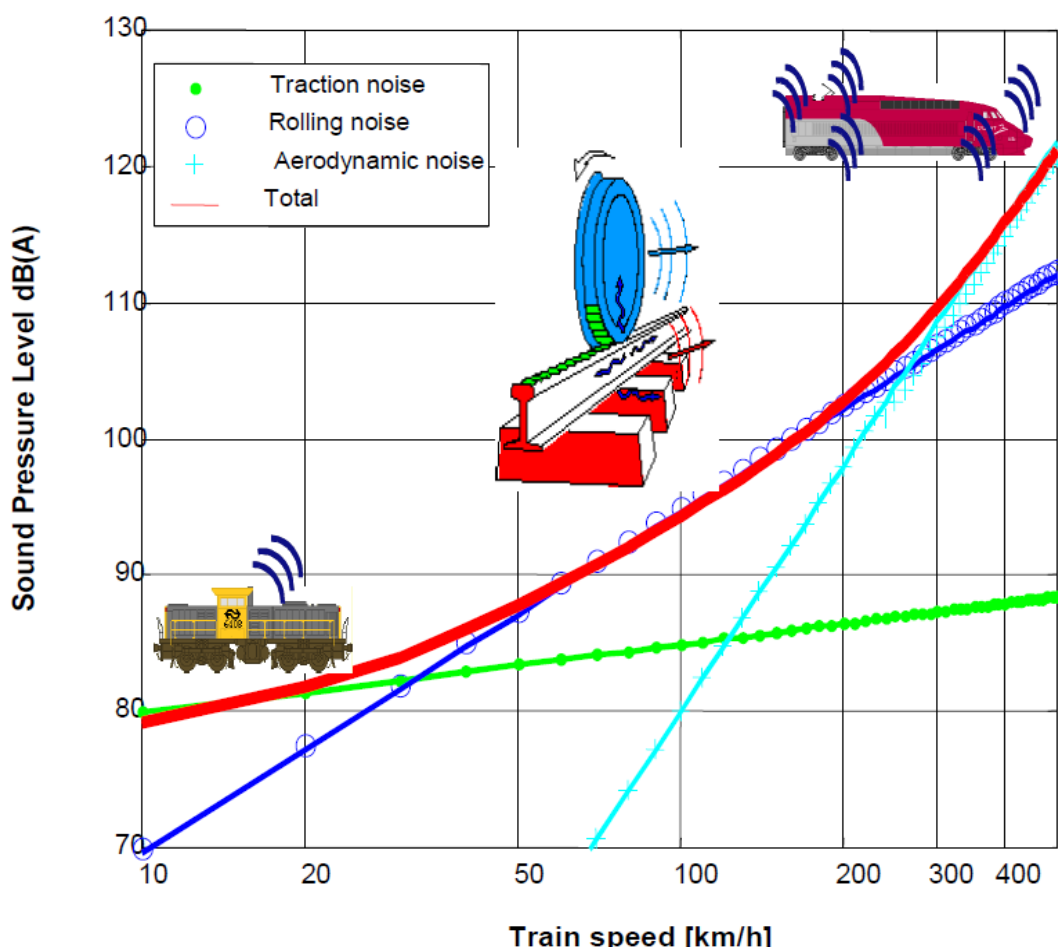


Рисунок 1.5 – Джерела шумового навантаження на маневрових залізничних станціях

Найбільш постійне джерело шуму виникає при коченні коліс поїзду по колії. Дослідженнями [10, 12] встановлено три основні складники шуму від технічних засобів залізниці: перше – шумове навантаження від кочення коліс рухомого складу, друге – шумове навантаження від силового обладнання тягового рухомого складу та третє – аеродинамічне шумове навантаження.

Також слід зазначити, що є ще додаткові параметри, які будуть впливати на збільшення шумового навантаження, скажімо, наявність геометричних нерівностей на поверхні кочення коліс рухомого складу і рейок, швидкість рухомого складу тощо. Із рис. 1.6 видно, що підвищення швидкості рухомого складу призводить до збільшення шуму.



Джерело: UIC 2008 [13], стор. 7

Рисунок 1.6 – Залежність шумового навантаження від швидкості рухомого складу та основних джерел шуму

Збільшення швидкості впливає на підвищення шумового навантаження. У випадку розташування територій житлової забудови поблизу залізничних станцій, це все призводить до шумового забруднення.

1.4. Методи зниження шумового навантаження на прилеглі території

1.4.1. Застосування шумозахисних акустичних екранів

Дієвими методами захисту житлових територій від шумового навантаження є застосування шумозахисних акустичних екранів. При цьому ступінь ефективності захисту буде залежати від форми верхнього козирка екрану. Вони бувають різними (рис. 1.7).

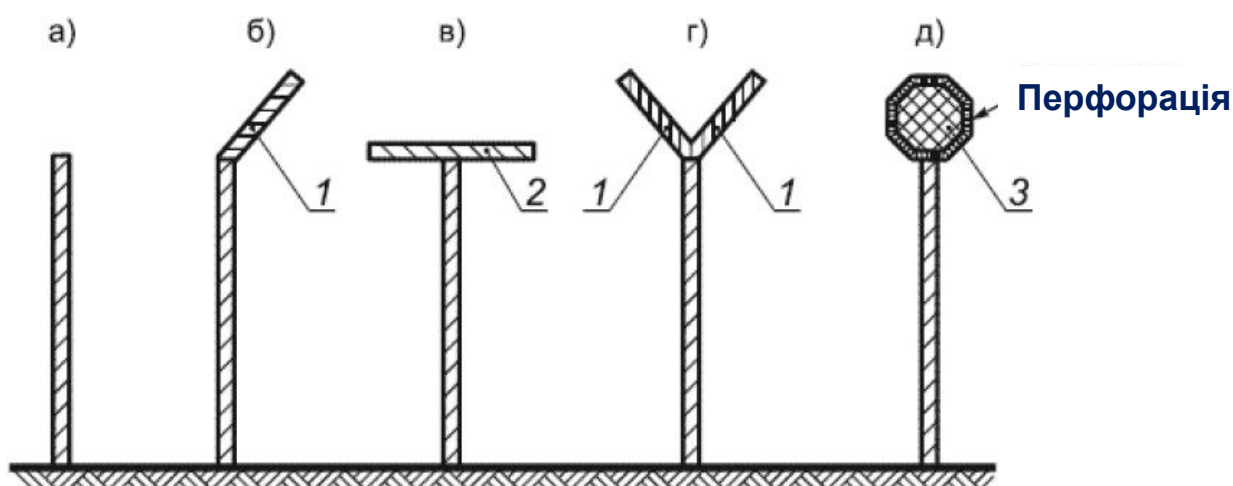


Рисунок 1.7 – Форми верхнього козирка акустичного екрану

У залежності від геометричної форми верху екрану по різному відбувається відбиття та подальше поширення звукової хвилі. Тому, це потрібно враховувати конкретно під завдання, для цього потрібно знати відстань поширення хвилі до екрану, джерела шумового навантаження тощо.

1.4.2. Удосконалення конструкції колії з метою зниження шумового навантаження

Також важливими заходами для зменшення шумового навантаження є удосконалення конструкції верхньої будови колії (рис. 1.8 та рис. 1.9): удосконалення рейкового скріплення, застосування підбаластних чи підшпальних матів, застосування амортизаторів тощо.

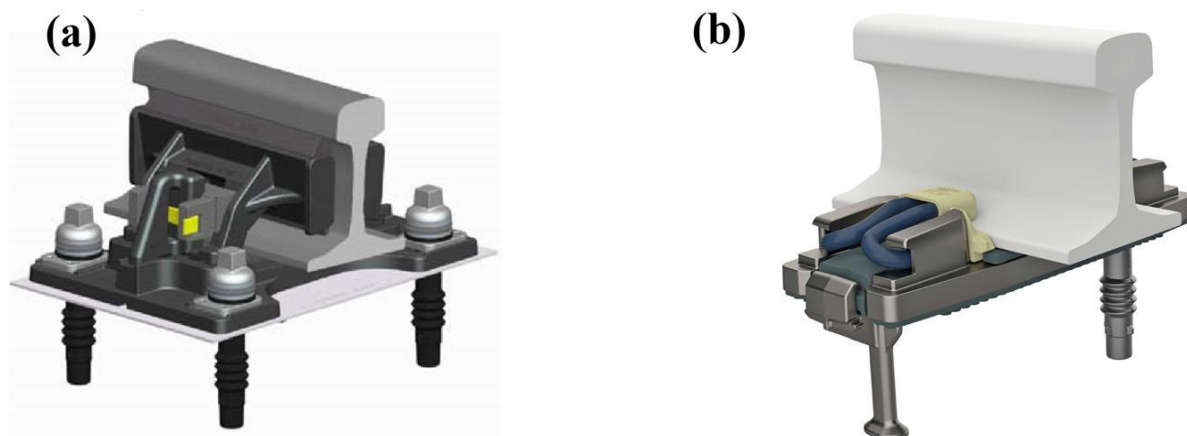


Рисунок 1.8 – Удосконалена конструкція скріплень Pandrol [14]

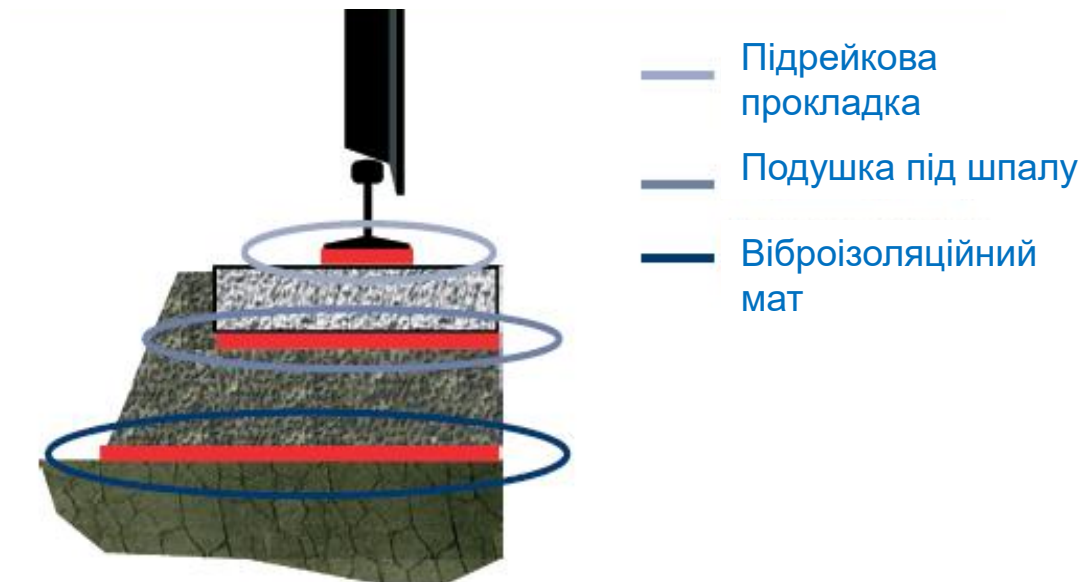


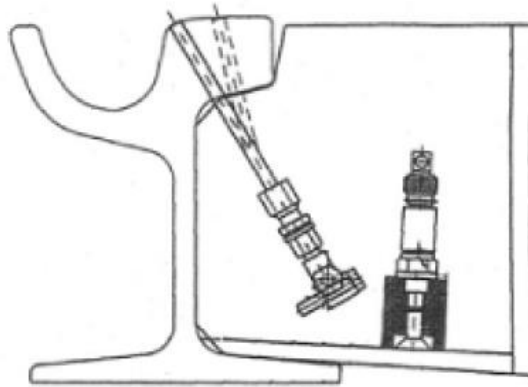
Рисунок 1.9 – Застосування віброізоляційних матів у конструкції ВБК [15]

Ці матеріали здатні зменшити удар, а відтак і шумове навантаження [15]. Крім удосконалення конструкції верхньої будови колії для зниження шумового

навантаження, також ефективним є удосконалення ходових вузлів рухомого складу з метою зниження шумового навантаження на навколишнє середовище.

Наявність шорсткості колії і коліс РС призводить до підвищення шуму на 20 дБ. Тому у працях [16–18] зазначено, що виконання шліфування поверхні рейок призводить до зниження шуму на 12 дБ, а коліс – на 3 дБ. Крім цього зноси коліс та дефекти рейок призводять до підвищення шумового навантаження від рухомого складу [19].

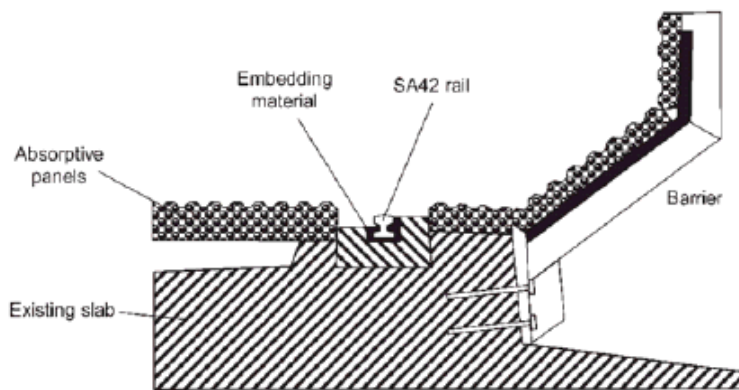
У кривих ділянках колії ефективним заходом зниження шумового навантаження є змащування контакту рейка-колесо [20], для цього використовуються системи Clicomatic Rail; (B) FluiLub (рис. 1.10).



Source: Q-City 2009.

Рисунок 1.10 – Система для змащування рейок у кривих ділянках колії

Також є конструкції колії, так званий проєкт «Тихий залізничний рух» [20], які дозволяють зменшити шумове навантаження до 6 дБ. На рис. 1.11 наведено Голландський проєкт Quiet Rail Traffic (STV) конструкції колії у якому рейка встановлюється в амортизуючу основу. Вона безперервно підтримується жорстким вставним матеріалом, і це діє як амортизуючий механізм. Зменшення шуму у порівнянні з плитною конструкцією колії із рейок UIC 54 становить 5 дБ. У випадку влаштування огороження із збоку колії, висотою 0,7 м, це призводить до зниження рівня шуму на 6 дБ.



Source: Thompson and Gautier 2006.

Рисунок 1.11 – Плитна ділянка колії SA42 проєкту «Тихий залізничний рух»

1.4.3. Удосконалення ходових конструкцій рухомого складу

Також у працях [17, 21] зазначено, що з метою зниження шуму необхідно використовувати колодки із інших матеріалів. Оскільки колодки із чавуну при прижимі до колеса (рис. 1.12) викликають на 8 дБ більші значення шуму, аніж дискові гальма.



Рисунок 1.12 – Джерело шуму при прижимі колодки до колеса рухомого складу

Тому розроблено ряд гальмівних колодок, це такі, як «LL-блоками» та «К-блоки», які успішно призводять до зменшення шуму на 8 дБ у порівнянні із колодками із чавуну.

У проєкті ЄС Silent Freight (1996-1999) проведено дослідження рівня шумового навантаження при виконанні перфорації на колесі рухомого складу

(рис. 1.13) залізниці [22]. Встановлено, що виконання перфорації не призводить до зниження шумового навантаження на навколишнє середовище.



Рисунок 1.13 – Перфорація на колесі рухомого складу залізниці

Встановлено, що більш ефективним методом є застосування амортизаторів, це призводить до зниження шуму до 7 дБ, а при наявності ще додаткових щитків – до 9 дБ.

Удосконалення конструкції верхньої будови колії та ходових частин рухомого складу призводить до зниження шумового забруднення навколишнього середовища.

Висновки до розділу 1

У результаті проведеного аналізу науково-дослідних робіт та особливостей роботи залізничних станцій при виконанні маневрів отримано наступні висновки:

1. Джерелами шумового забруднення при виконанні маневрової роботи на станції є шумове навантаження від вагонів та двигунів маневрових локомотивів, шумове навантаження від гальм рухомого складу та шумове навантаження, яке виникає при маневрових ударах.

2. Зменшити рівень шумового навантаження на навколишнє середовище можна за допомогою удосконалення конструкції верхньої будови колії, удосконалення ходових частин рухомого складу та застосування акустичних екранів. Також ефективним способом є модернізація локомотивів новітніми

двигунами внутрішнього згорання, які мають високі силові показники та низький рівень шуму при роботі.

3. Житлова забудова біля залізничних колій вимагає розробки ефективних заходів зменшення шумового навантаження на людей.

4. Із аналізу науково-дослідних робіт видно, що відсутні дослідження шумового навантаження, які виникають при виконанні маневрової роботи на залізничних станціях, що підкреслює актуальність магістерської роботи.

РОЗДІЛ 2

ВИМОГИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ДО ОЦІНКИ ТА РІВНІВ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

2.1. Нормативні вимоги та аналіз досліджень шуму від рухомого складу у країнах ЄС

У країнах Європейського Союзу задача зменшення шумового навантаження від залізничного транспорту є дуже актуальною, що зазначено у працях [23–27]. Дослідженнями встановлено, що приблизно 12 мільйонів жителів Європейського Союзу зазнають шумового навантаження більше 55 дБ і приблизно 9 мільйонів жителів зазнають впливу нічного шуму, що перевищує 50 дБ.

У Директиві 2002/49/ЕС [28] Європейського парламенту та Ради наведено вимоги до шумового навантаження. Вона визначає заходи щодо мінімізації впливу шумового навантаження на навколишнє середовище.

У працях [29-31] зазначено, що в окремих країнах-членах ЄС гранично-допустимі рівні шуму відрізняються.

За результатами вимірювання шумового навантаження будують карти поширення шуму [32-33]. Приклад карти поширення шуму за результатами вимірювань шуму на залізницях Словаччини на відстані 7,0 м від колії наведено на рис. 2.1.

По карті за кольором можна проаналізувати рівні шуму. Із наведеної карти бачимо, що максимальне значення шуму становить 60 дБ, що перевищує допустимі норми ЄС 55 дБ.

Згідно [34], Директива 2002/49/ЕС імплементована в усіх державах-членах з жовтня 2007 р. Відповідно до UIC [35] та CER [36] ведуться розробки рішень із зниження рівня шуму в державах-членах.

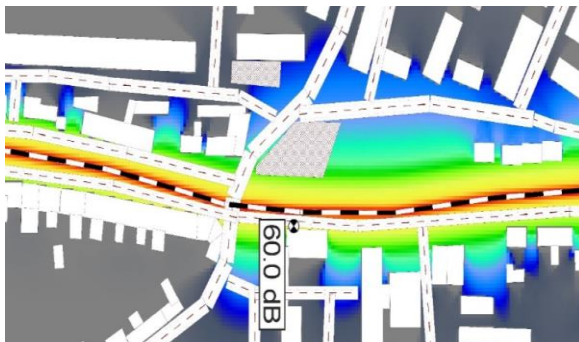


Рисунок 2.1 – Карта поширення шуму від залізничного транспорту (Словаччина)

Для цього представникам залізничної галузі з DB та ÖBB [37-38] розробляються положення зменшення рівня шуму від залізничного транспорту. Оператор залізничних перевезень повинен модернізувати рухомий склад (замінити старий на новий) з метою зменшення шуму на навколишнє середовище.

Отже, у Директиві 2002/49/ЄС [39], закладено основні принципи, які направлені на зменшення шуму (рис. 2.2).

У результатів цих принципів держави-члени ЄС повинні скласти «стратегічні карти шуму». Ці карти складаються окремо для автомобільних доріг і окремо для залізниць. При цьому враховуються два показники шуму LDEN (день-вечір-ніч, еквівалентний рівень шуму) і LNIGHT (нічний еквівалентний рівень). По цих картах можна проводити оцінку, щодо впливу шуму на навколишнє середовище.

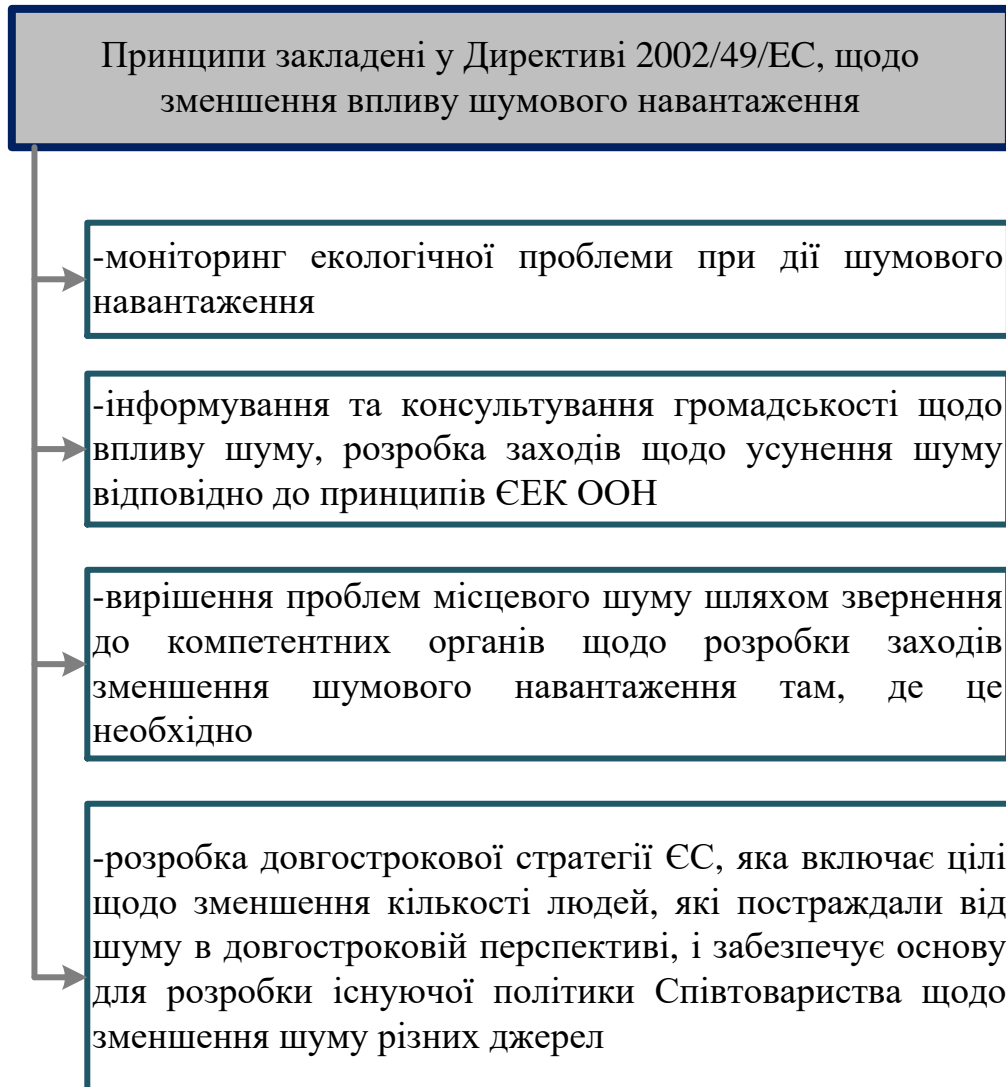


Рисунок 2.2 – Принципи, що закладені у Директиві 2002/49/ЕС, з метою зменшення впливу шумового навантаження на навколишнє середовище

2.2. Вимоги нормативних документів України, щодо шумового навантаження на прилеглі території

Відповідно до нормативних вимог ДБН 360—92 [40] зазначено, що еквівалентний рівень шуму у період доби із 23 год до 7 год не повинен перевищувати 45 дБА. При цьому максимальне значення шуму не повинно перевищувати 60 дБА. В інших випадках потрібно розробляти дієві рішення для зменшення негативного впливу шуму на здоров'я людей.

2.3. Вимоги TSI Noise визначення та рівнів шумового навантаження на залізницях

Вимоги TSI Noise поширюються на рухомий склад, який підпадає під дію Регламенту (ЄС) № 1302/2014 (TSI LOC&PAS) та Регламенту (ЄС) № 321/2013 (TSI WAG) [41-42].

Категорії рухомого складу, на які поширюються вимоги TSI Noise наведено у розділі 2 Додатка I Директиви (ЄС) 2016/797. Категорія рухомого складу:

-локомотиви та пасажирський рухомий склад. Ця категорія додатково визначена у розділі 2 Додатка до Регламенту (ЄС) № 1302/2014 та цих TSI називається локомотивами, електропоїздами (EMU), дизель-поїздами (DMU) та вагонами;

-вантажні вагони, у тому числі низькорамні, призначені для всієї мережі, та вагони, призначені для перевезення вантажних автомобілів. Ця категорія додатково визначена у розділі 2 додатка до Регламенту (ЄС) № 321/2013 та в цьому TSI називається вагонами;

-спеціальні транспортні засоби. Ця категорія додатково визначена у розділі 2 додатка до Регламенту (ЄС) № 1302/2014 та складається з колійних машин та транспортних засобів для огляду інфраструктури.

Основні вимоги, які встановлюють вимоги до шуму відповідно до TSI Noise наведено у нормативних документах і відображено на рис. 2.3.

У нормах ЄС наведено граничні значення шумового навантаження, які визначені на відстані 7,5 м від осі колії та на висоті 1,2 м над верхньою частиною головки рейки. Підсистема рухомий склад:

- електровози ССРС з електричною тягою – 70 дБ;
- тепловози ССРС з тепловозною тягою – 71 дБ;
- електропоїзди – 65 дБ;
- дизель-поїзди – 72 дБ;
- вагони 65 – дБ;
- електровози з сумарною тяговою потужністю $P < 4500$ кВт – 81 дБ;

- електровози із сумарною тяговою потужністю $P \geq 4500$ кВт з електротягою – 84 дБ;
- тепловози $P < 2000$ кВт на вихідному валу двигуна – 85;
- ССРС із дизельною тягою 87 – дБ;
- електропоїзда з максимальною швидкістю $v_{\max} < 250$ км/год – 80 дБ;
- електропоїзда з максимальною швидкістю $v_{\max} \geq 250$ км/год – 83 дБ;
- дизель-поїзда $P < 560$ кВт на вихідному валу двигуна – 82 дБ;
- дизель-поїзда $P \geq 560$ кВт на вихідному валу двигуна – 83 дБ.

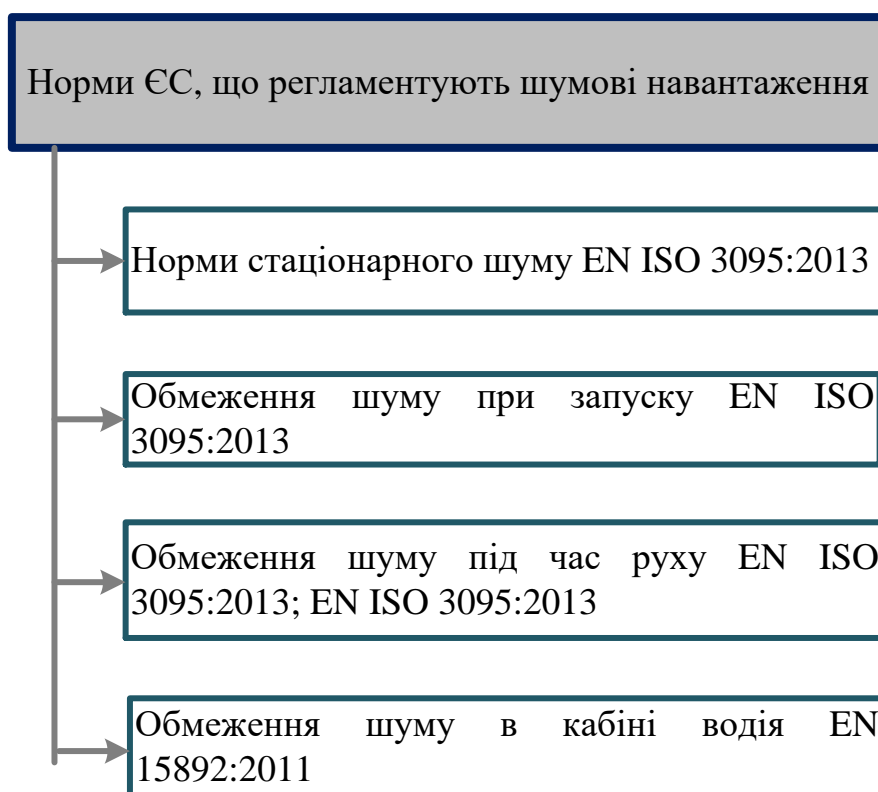


Рисунок 2.3 – Норми ЄС, що регламентують шумові навантаження

Нормативні значення шумового навантаження при проїзді швидкісних поїздів наведено у нормах [43]. Максимальні та реальні рівні шуму наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Максимальні та реальні рівні шуму

SPEED	MAXIMUM NOISE EMISSION ACCORDING TSI NOISE	CURRENT EMISSION OF GERMAN HIGH SPEED TRAINS	DIFFERENCE
250 km/h	87 dB(A)	87 – 94 dB(A)	0 – 7 dB(A)
300 km/h	91 dB(A)	91 – 95 dB(A)	0 – 4 dB(A)
320 km/h	92 dB(A)	92 – 96 dB(A)	0 – 4 dB(A)

Source: Mather 2006.

Із табл. 2.1 видно, що при швидкостях рухомого складу до 250 км/год максимальний допустимий рівень шуму становить 87 дБ, до 300 км/год – 91 дБ та до 320 км/год – 92 дБ. Ці вимоги є обов'язковими до дотримання всіма країнами членами ЄС, при організації високошвидкісного руху.

2.4. Теоретичні методи оцінки шуму на залізницях відповідно до вимог CNOSSOS-EU

2.4.1. Методи Schall 03 та MPVHD для оцінки та прогнозування шуму на залізницях

На даний час є багато методів теоретичної оцінки та прогнозування шуму на залізницях [44-48]. На залізницях Словаччини та Чехії це методи Schall 03 [49] і MPVHD. На залізницях Німеччини використовується метод Schall 03 2006 [49], також у Німеччині використовується метод розрахунку шуму [50] «Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen»). За ним будують прогнозовану карту поширення шуму.

Відповідно до методики Schall 03, що наведена у праці [49] еквівалентний звуковий тиск визначається на перпендикулярній відстані 25 м від осі залізничної колії на висоті 4 м над місцевістю, за формулою:

$$L_{m,E} = 10 \cdot \log \left[\sum 10^{(0,1(21+D_{Fz}+D_D+D_L+D_V))} \right] + D_{Tt} + D_{Br} + D_{Lc} + D_{Ra} \quad (2.1)$$

де D_{Fz} , D_D , D_L , D_V – коефіцієнти, у залежності від типу поїзду; D_{Tt} , D_{Br} , D_{Lc} , D_{Ra} – коефіцієнти, що встановлюють технічний стан та конструкцію колії.

Відповідно до методу MPVHD, що використовується для оцінки та прогнозування шуму на залізницях [51-52], еквівалентний рівень звукового тиску A в дБ визначається на відстані 7,5 м від осі залізничної колії. Формула для розрахунку рівня шуму має вигляд:

$$Y = 10 \log X + 40 \quad (2.2)$$

Де X (у дБ) визначається за формулою:

$$X = 140 \cdot F_4 \cdot F_5 \cdot F_6 \cdot m \quad (2.3)$$

де F_4, F_5, F_6 – коефіцієнти, які враховують транспортні засоби.

2.4.2. Метод оцінки шуму із врахуванням шорсткості поверхонь кочення рейок і коліс рухомого складу

У розділі 1 магістерської роботи було зазначено, що джерелом шуму є параметри шорсткості поверхонь кочення рейки і колеса рухомого складу. Формула для визначення рівня шуму L_r із врахуванням шорсткості поверхонь кочення має вигляд:

$$L_r = 10 * \lg \left(\frac{r}{r_0} \right)^2, \text{ dB} \quad (2.4)$$

де $r_0 = 1$ мкм; r – середньоквадратичне значення (MS) шорсткості поверхні рейки або колеса. При цьому цей показник встановлюється у напрямі руху колеса.

2.4.3. Метод оцінки шуму при русі рухомого складу по стиках та хрестовинах стрілочних переводів

При проїзді рухомого складу по стиках та по хрестовинах стрілочного переводу виникає додатковий удар. У результаті, цей удар призводить до підвищення шуму. Він визначається за формулою:

$$L_{R,TOT+IMPACT} = 10 * \lg \left(10^{L_{R,TOT/10}} + 10^{L_{R,IMPACT/10}} \right), \text{ dB} \quad (2.5)$$

де $L_{R,IMPACT,i}$ — рівень жорсткості удару, що залежить від інтенсивності та кількості ударів на одиницю довжини. Він визначається за формулою:

$$L_{R,IMPACT} = L_{R,IMPACT-SINGLE} + 10 * \lg\left(\frac{n_i}{0.01}\right), \text{ dB} \quad (2.6)$$

де $L_{R,IMPACT-SINGLE,i}$ – n_i – щільність з’єднання. Приймається один удар на 100 м довжини колії. Відповідно до методики CNOSSOS-EU n_i приймається рівним 0,01.

2.4.4. Метод оцінки шуму відповідно до Директиви ЄС 2002/49/ЄС

У Директиві ЄС 2002/49/ЄС [39] формула для розрахунку рівня шуму протягом доби має вигляд:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right) \quad (2.7)$$

де: L_{day} – це А-зважений довгостроковий середній рівень звуку в день [53]; $L_{evening}$ – це А-зважений довгостроковий середній рівень звуку у вечірні години [53]; L_{night} – це А-зважений довгостроковий середній рівень звуку [53] у ночі.

Початок дня, вечора та ночі відповідно, приймається у наступні години: з 07.00 до 19.00, з 19.00 до 23.00 і 23.00 до 07.00 за місцевим часом.

Застосування кожного із методів оцінки та прогнозування шуму від залізниці потребує ґрунтовних досліджень та виконання експериментальних вимірювань шумового навантаження при проїзді рухомого складу залізниць. Результати таких експериментальних досліджень наведено у розділі 3 магістерської роботи.

Висновки до розділу 2

Проведений аналіз нормативних вимог, які застосовуються у країнах ЄС та Україні дозволив зробити такі висновки:

1. Основні вимоги до оцінки, прогнозування та зменшення шумового навантаження наведено у TSI Noise. Він поширюються на рухомий склад, який підпадає під дію Регламенту (ЄС) № 1302/2014 (TSI LOC&PAS) та Регламенту (ЄС) № 321/2013 (TSI WAG).

2. Найбільш використовуваними методами для прогнозування шуму на

залізницях країн ЄС є методи Schall 03 та MPVHD та метод, що наведений у Директиві ЄС 2002/49/ЄС.

3. Для оцінки та подальшого прогнозування і будування карт поширення шуму на залізницях необхідно проводити експериментальні вимірювання поширення шуму.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ СТАНЦІЇ ЛЬВІВ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

3.1. Методика проведення вимірювання шумового навантаження від рухомого складу залізничного транспорту

Експериментальна оцінка шумового навантаження, яке виникає при виконанні маневрової роботи на залізничних станціях та при русі рухомого складу у межах населених пунктів є актуальним питанням. Це дозволить оцінити рівень шумового навантаження та розробити дієві заходи для зменшення негативного впливу на оточуюче середовище, особливо на людей які проживають близько до залізничної колії.

Відповідно до Європейських вимог CNOSSOS-EU вимірювання шумового навантаження від залізничних поїздів проводиться із використанням спеціалізованого обладнання та виконується на відстані 7,0 м від осі колії та на висоті більше 1,0 м від поверхні землі.

Схема проведення експериментальної оцінки шумового навантаження від рухомого складу залізничної наведена на рис. 3.1.

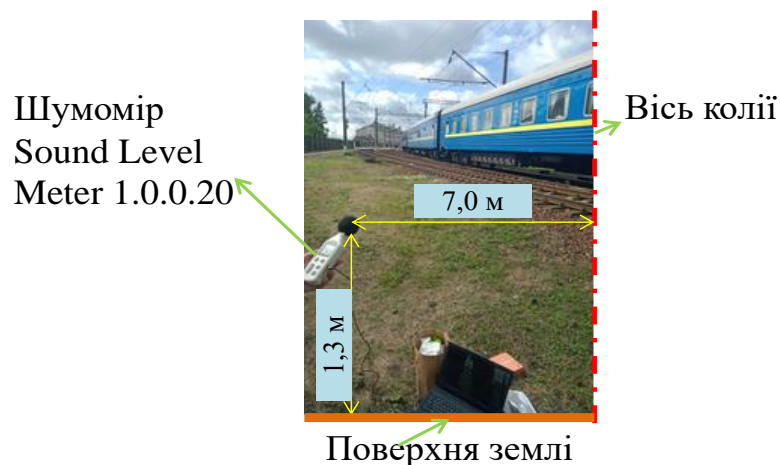


Рисунок 3.1 – Геометрична схема проведення вимірювань шумового навантаження при проїзді рухомого складу залізниць

Для проведення вимірювань шуму використано шумомір цифровий Sound Level Meter 1.0.0.20.

3.2. Параметри досліджувальної ділянки колії для проведення вимірювання шумового навантаження

Експериментальні вимірювання шумового навантаження при виконанні маневрової роботи проводилися у східній горловині станції Львів пасажирського парку. Вигляд східної горловина станції наведено на рис. 3.2, а вигляд західної горловини станції на рис. 3.3.



Рисунок 3.2 – Східна горловина станції Львів. Маневрова робота із пасажирськими поїздами



Рисунок 3.3 – Західна горловина станції Львів. Маневрова робота із вантажними вагонами вантажного парку

3.3. Методологія проведення вимірювань шуму від рухомого складу

Запис експериментальних вимірювань шумового навантаження від поїздів проводився від графікових поїздів, що проїжджають по станції Львів та від рухомого складу, що виконував маневрову роботу.



Рисунок 3.4 – Експериментальні вимірювання шумового навантаження при проїзді рухомого складу залізниць

Станом на 08.08.2023 р. було проведено вимірювання шумового навантаження від рухомого складу, відповідно до програми, що наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Програма виконання вимірювань шумового навантаження та вид рухомого складу

№експерименту	Перелік поїздів
1	Пасажирський поїзд із локомотивом ЧС4
2	Пасажирський поїзд із локомотивом ТЕ33А
3	Маневрова робота при проїзді локомотиву ЧМЕ3 із 3 вагонами
4	Пасажирський поїзд із локомотивом ЧС4
5	Швидкісний поїзд Інтерсіті+

У результаті експерименту проведено вимірювання шуму при проїзді трьох пасажирських поїздів, маневрового локомотиву із пасажирськими вагонами та швидкісного поїзду Інтерсіті+.

Запис результатів вимірювання шумового навантаження від поїздів здійснювався цифровим шумоміром із автоматичним записом та збереженням результатів на персональному комп'ютері (рис. 3.5).

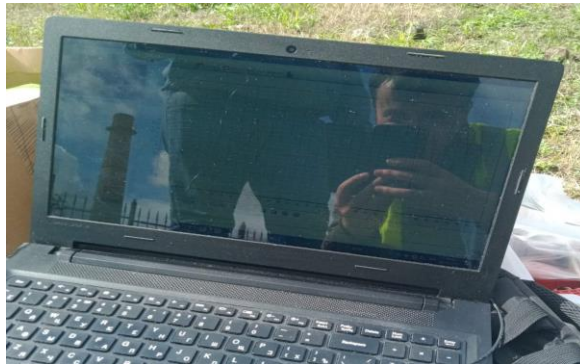


Рисунок 3.5 – Вигляд програми для запису звуку при проїзді рухомого складу залізниць

У результат отримали записи шумових параметрів при проїзді рухомого складу залізниці.

3.4. Експериментальні результати величин шуму при проїзді поїздів

Експериментальні результати із записами графіків при проїзді поїздів наведено на рис. 3.6 – 3.10. Запис шуму при проїзді пасажирського поїзду із локомотивом ЧС4 наведено на рис. 3.6.

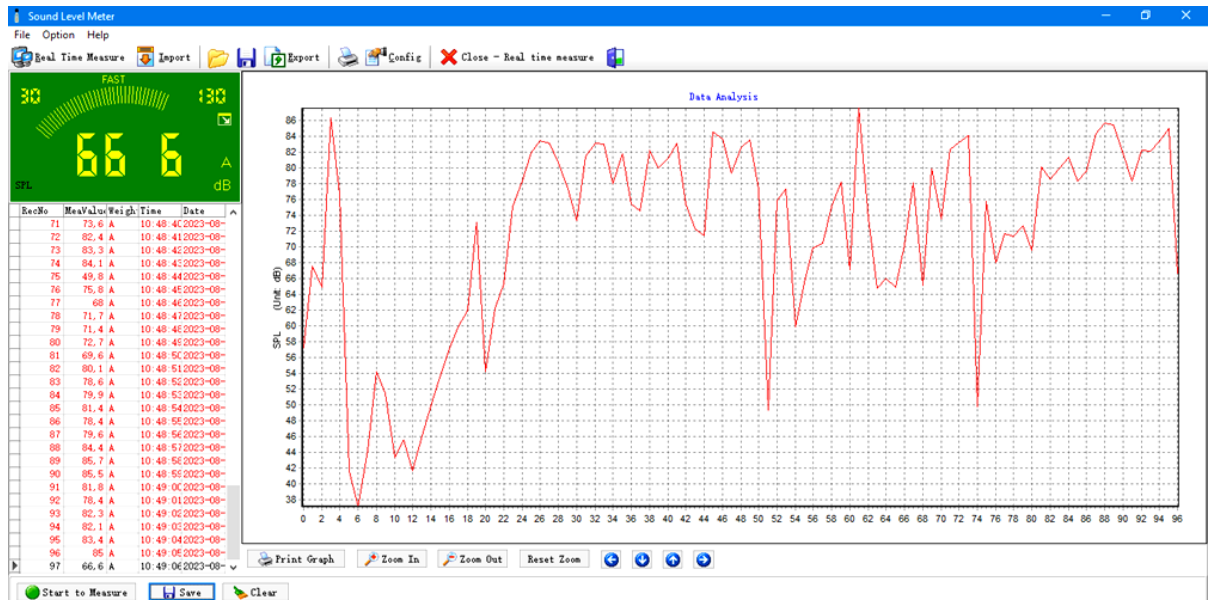


Рисунок 3.6 – Запис шуму від пасажирського поїзду із локомотивом ЧС4

Із рис. 4 видно, що більше значення шуму виникає від тягового рухомого складу. Однак, є ділянка на графіку на якій величина шуму від проміжного вагону є вищою за тяговий рухомий склад. Від тягового рухомого складу максимальне значення шуму склало 86 дБ, а від проміжного вагону 88,4 дБ.

Це, на нашу думку, пояснюється несправністю, чи дефектом ходових частин проміжного вагону. Оскільки, тоді виникають більші сили удару на колію, а відповідно і виникає вище значення шуму на навколишнє середовище.

Графічна крива запису шуму при проїзді пасажирського поїзду із локомотивом ТЕ33А наведена на рис. 3.7.

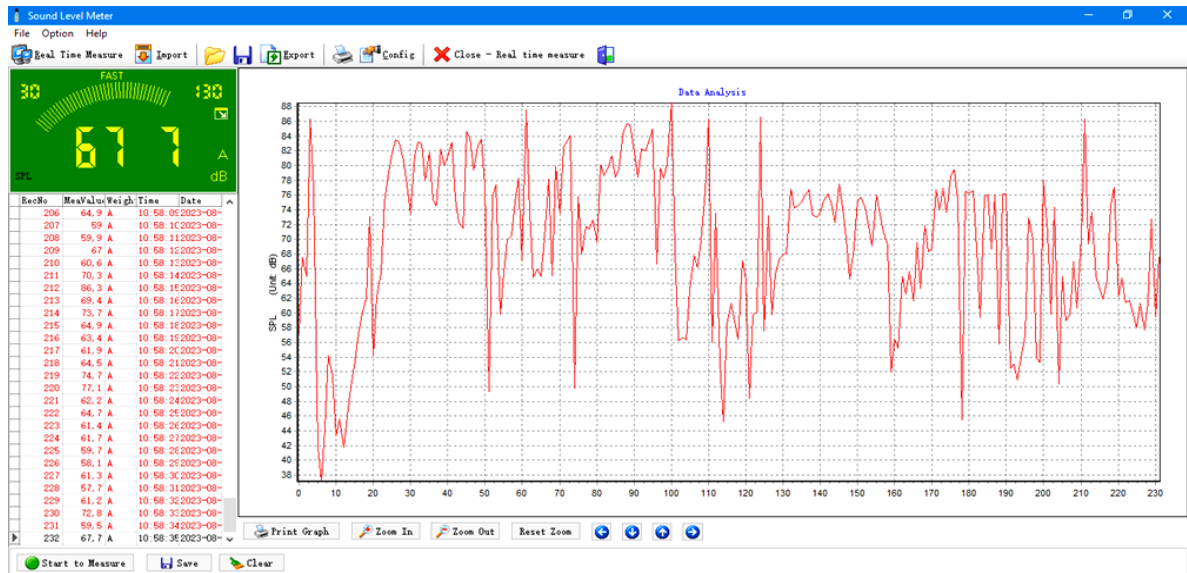


Рисунок 3.7 – Крива шуму при проїзді пасажирського поїзду із локомотивом ТЕ33А

Із рис. 3.7 видно, що максимальна величина шуму від локомотиву становить 88,5 дБ, а від пасажирських вагонів, у середньому, величина шуму становить 72,4 дБ.

Графічна крива запису шуму при проїзді маневрового локомотиву ЧМЕЗ із 3 вагонами наведена на рис. 3.8.

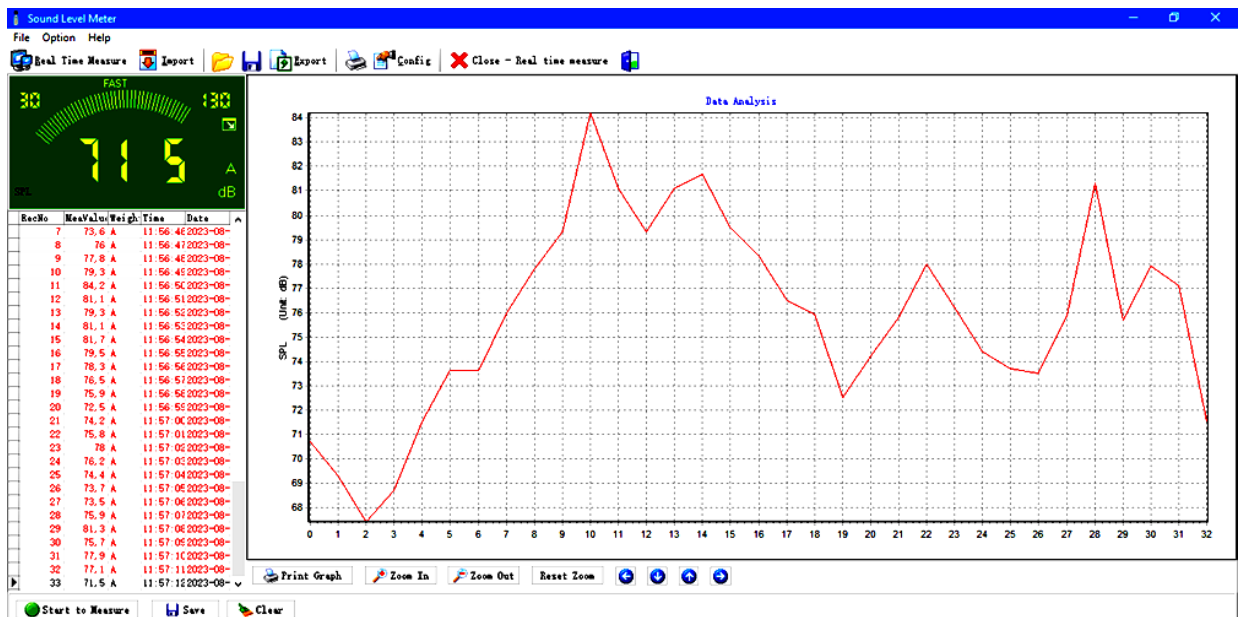


Рисунок 3.8 – Крива шуму при проїзді маневрового локомотиву ЧМЕЗ із 3 вагонами

Із рис. 3.8 видно, що величина шуму від локомотиву ЧМЕЗ становить 84 дБ, а від трьох пасажирських вагонів коливається у межах 78 дБ.

Графічна крива запису шуму при проїзді пасажирського поїзд із локомотивом ЧС4 наведена на рис. 3.9.

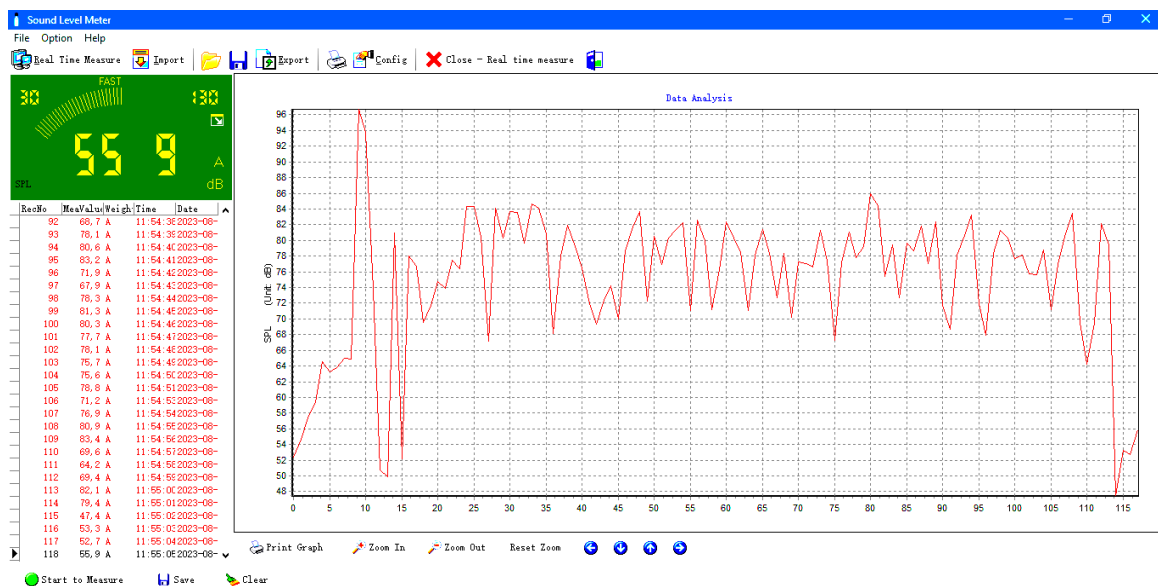


Рисунок 3.9 – Крива шуму при проїзді пасажирського поїзд із локомотивом ЧС4

Із рис. 3.9 видно, що величина шуму від локомотиву ЧС4 досягла максимального значення 96 дБ. Від пасажирських вагонів спостерігається середнє значення шуму близько 74 дБ.

Графічна крива запису шуму при проїзді швидкісного поїзду Інтерсіті+ наведена на рис. 3.10.

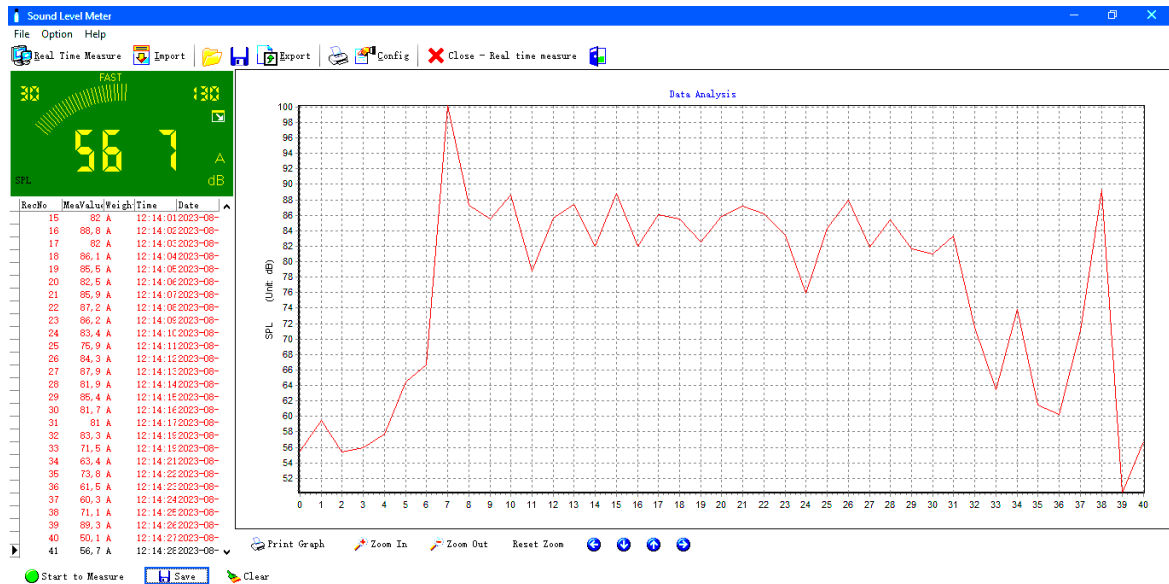


Рисунок 3.10 – Крива шуму при проїзді швидкісного поїзду Інтерсіті+

Із рис. 3.10 видно, що величина шуму від швидкісного поїзду Інтерсіті+ досягла максимальної величини 99,8 дБ. Далі при зменшенні швидкості, величина шуму падає і її середнє значення становить близько 80 дБ.

Загальний аналіз результатів досліджень величин шуму зведено у табл. 3.2 в наступному підрозділі магістерської роботи.

3.5. Аналіз загальних результатів експериментальних досліджень шумового навантаження від поїздів

Графічні залежності величин шумового навантаження по східній горловині станції Львів наведено на рис. 3.11.

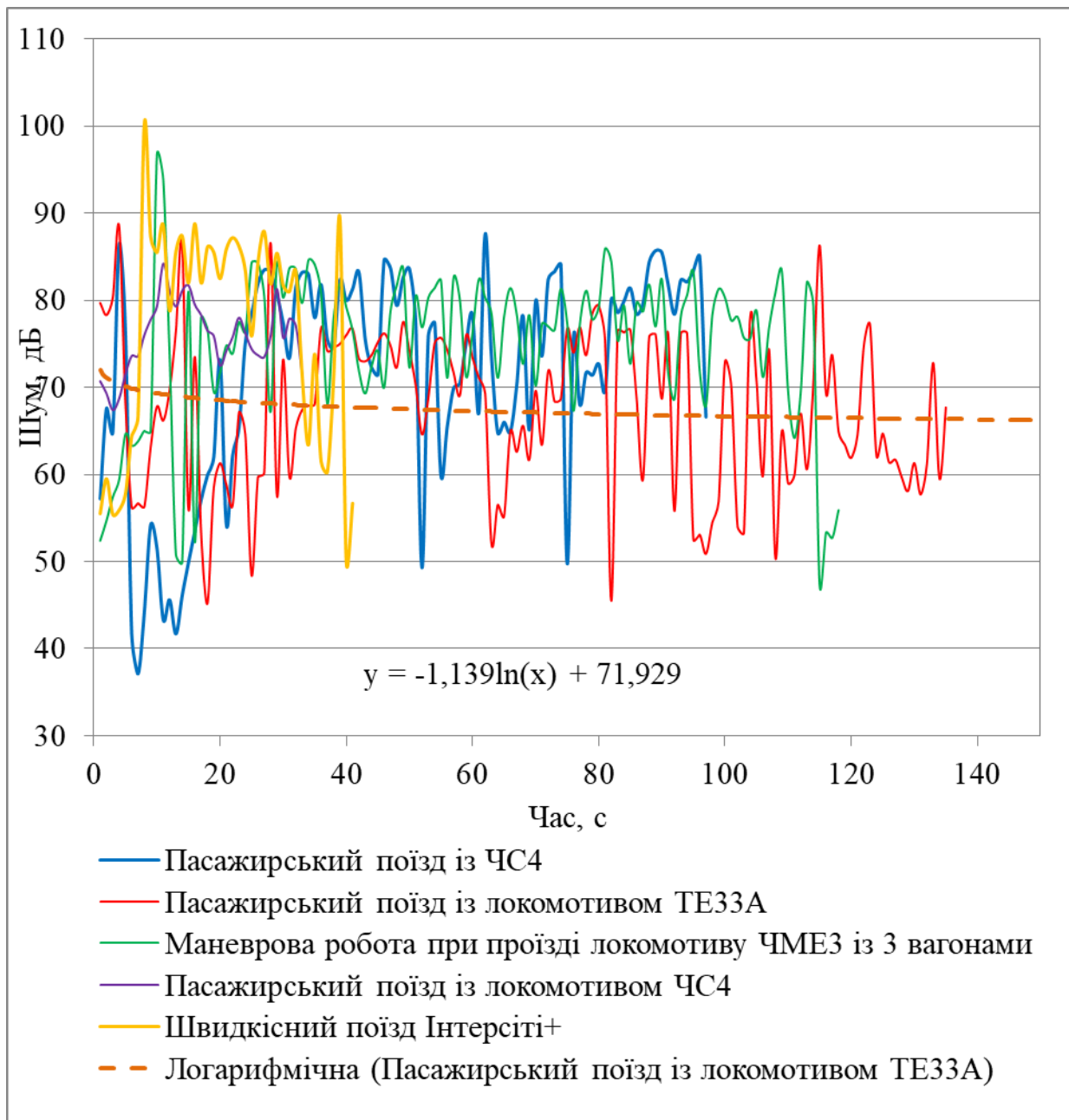


Рисунок 3.11 – Загальна графічна залежність шумового навантаження при проїзді різних поїздів

Із рис. 3.11 видно, що у середньому, величина шумового навантаження від пасажирських вагонів складає 67 дБ, а від тягового рухомого складу 72 дБ.

Залежність шуму від рухомого складу можна описати логарифмічною залежністю, рівняння якої має вигляд:

$$y = -1.139\ln(x) + 71.929 \quad (3.1)$$

За рівнянням (3.1) можна наближено оцінити величину шумового навантаження на навколишнє середовище. Проте слід зазначити, що воно буде давати достовірні результати при швидкості руху рухомого складу у межах від 50 до 80 км/год. Оскільки у такому діапазоні проводилися записи кривих шумового навантаження від рухомого складу.

Максимальні значення величини шумового навантаження, які виникали про проїзді поїздів наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Максимальні значення шуму при проїзді поїздів

№ експерименту	Тип поїзду і тяговий РС	Максимальний шум, дБ	
		Локомотив	Пасажирські вагони
1	Пасажирський поїзд із ЧС4	86	73
2	Пасажирський поїзд із локомотивом ТЕ33А	88,5	72,4
3	Маневрова робота при проїзді локомотиву ЧМЕЗ із 3 вагонами	84	78
4	Пасажирський поїзд із локомотивом ЧС4	96	74
5	Швидкісний поїзд Інтерсіті+	99,8	80

У результаті проведених експериментальних досліджень (табл. 3.1) бачимо, що максимальні шумові навантаження виникають від тягового рухомого складу і менші від проміжних вагонів.

Висновки до розділу 3

Із проведених експериментальних вимірювань шуму від проїзду поїздів по станції Львів, східної горловини пасажирського парку, отримано наступні висновки:

1. Встановлено, що максимальні шумові навантаження виникають від тягового рухомого складу, при цьому шумові навантаження від проміжних вагонів є меншими.

2. Встановлено, що величина максимального навантаження від тягового рухомого складу досягла 99,8 дБ, а від пасажирських вагонів – 80 дБ.

3. При русі поїздів у межах від 50 км/год до 80 км/год середня величина шумового навантаження, із аналізу логарифмічної лінії тренду, від пасажирських вагонів складає 67 дБ, а від тягового рухомого складу 72 дБ. Ці значення перевищують допустимі 55 дБ.

4. Середні значення шумового навантаження від поїздів перевищують допустиму величину 60 дБ, що вимагається нормами України та допустиму величину 55 дБ, що вимагається нормами країн членів Європейського Союзу. Тому це вимагає розробки заходів зниження негативного шумового впливу на навколишнє середовище.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЙ ІЗ ЗНИЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ ВИКОНАННІ МАНЕВРОВОЇ РОБОТА НА СТАНЦІЇ ЛЬВІВ

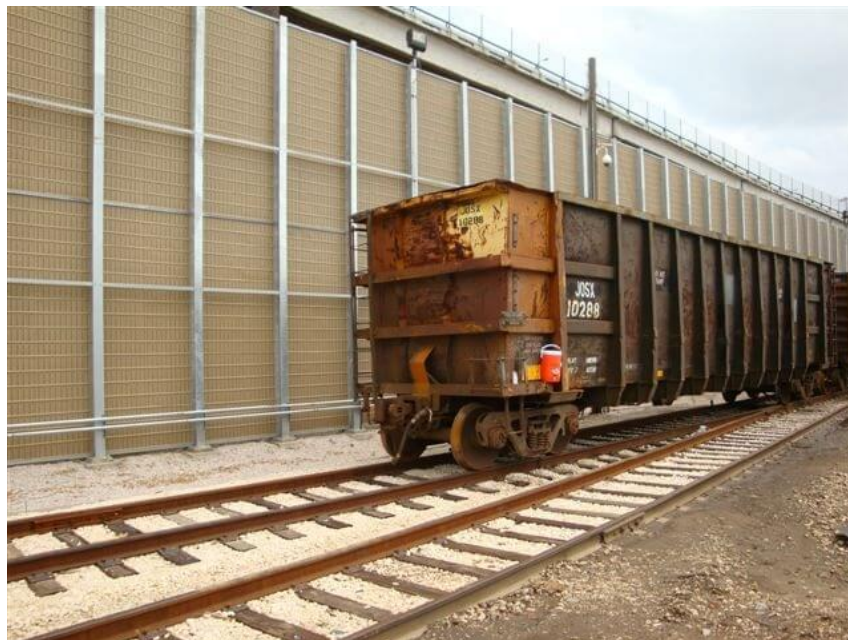
4.1. Вимоги до застосування шумозахисних екранів для зменшення шуму від рухомого складу залізничного транспорту

При наближенні до залізничних переїздів, пішохідних переходів через залізницю, виконання маневрової роботи на станціях, поїзд подає сигнал. У результаті він створює шумове навантаження. Однак, слід зазначити, що подання свитку із іншої сторони призводить до підвищення безпеки руху пішоходів через залізничну колію. Результати експериментальних досліджень (рис. 3.11) показали, що він перевищує допустиму норму 55 дБ.

Значне шумове навантаження має шум коліс і двигунів поїздів. У результаті цей шум може створювати серйозні занепокоєння для людей, які живуть поблизу залізничних колій. Одним із ефективних засобів зменшення шумового навантаження на прилеглі території є використання шумозахисних бар'єрів. Приклади шумозахисних екранів, що встановлені біля залізничної колії наведено на рис. 4.1 та рис. 4.2.



Рисунок 4.1 – Тип шумозахисного екрану для захисту прилеглої території від шумового навантаження пасажирських поїздів [54]



б)

Рисунок 4.2 – Тип шумозахисного екрану для захисту прилеглої території від шумового навантаження вантажних поїздів [54]

Завдяки вдосконаленим поглинаючим звуковим бар'єрам LSE від Sound Fighter велика частина звуку буде поглинатися конструкцією панелі. Конструкція LSE від Sound Fighter наведена на рис. 4.3.

У праці [54] наведено типи залізничних систем, які вимагають застосування заходів захисту від шумового навантаження, а саме:

- приміські залізничні перевезення для міст середнього розміру;
- підприємства промислового призначення із застосуванням вантажних вагонів для перевезення вантажу;
- залізничні станції та депо;
- залізниці масового транспорту;
- магнітні колії.

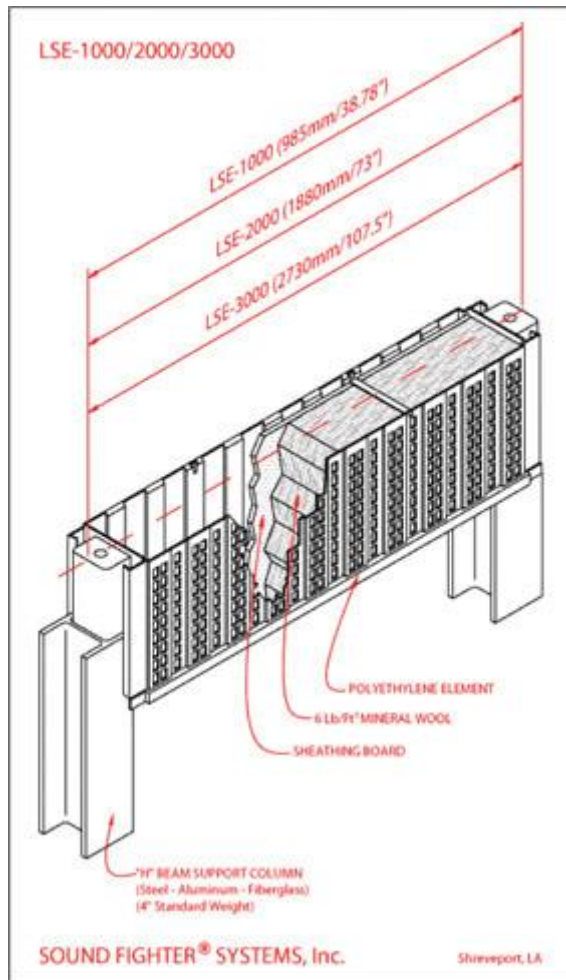


Рисунок 4.3 – Система шумозахисту LSE від Sound Fighter



Рисунок 4.4 – Застосування шумозахисної стінки на залізничних коліях [54]

Також слід зазначити, що шумоізоляційні системи з бетону, металу та інших відбиваючих матеріалів не мають досить ефективного звукопоглинаючого бар'єру, щоб пом'якшити рівень звуку від рухомого складу залізничного транспорту, посадочних платформ і залізничних станцій із значим рухом поїздів. Тому досліджуються та розробляються нові легкі та міцні системи шумозахисту, наприклад Sound Fighter Systems [54]. Вони мають нержавіючі звукопоглинаючі елементи та волокна для створення стін, які поглинають шум.

Із проведених експериментальних випробувань шумового навантаження, яке виникає при виконанні маневрової роботи на залізничній станції Львів, встановлено, що величина шуму перевищує допустиму норму 55 дБ.

Для зниження шумового навантаження рекомендується на станції Львів впровадити ряд конструктивних заходів. Одними із ефективних заходів є застосування шумозахисних екранів.

4.2. Приклади застосування шумозахисних екранів на залізницях Європейського Союзу

На сьогоднішній день є ряд відомих систем контролю та зниження шумового навантаження від залізничного транспорту. Наприклад, відомою є система FONOCON Rail (рис. 4.5). Ці системи (бар'єри) дозволяють витримувати вітрове навантаження та зменшувати шумове навантаження на навколишнє середовище від залізничного транспорту [55].



Рисунок 4.5 – Система шумозахисту FONOCON Rail встановлена на залізничному мості [55]

Велику увагу захисту від шуму на залізницях краї ЄС проводиться застосування шумозахисних систем на залізничних станціях. Такі системи виготовляються із алюмінієвого профілю, мають прозорі панелі, облицювання поверхні та мають службові двері для проходу пасажирів.

Приклад застосування шумозахисних систем на залізничних станціях ЄС наведено на рис. 4.6.



Рисунок 4.6 – Системи шумозахисту на залізничних станціях [55]

Також є відомими системи шумозахисту, які використовуються у тунелях (рис. 4.7). Такі системи характеризуються наявністю обшивки, яка має високий ступінь поглинання та придушення шуму у залізничних тунелях. Це дозволяє ефективно поглинати шум при проїзді рухомого складу залізниць по тунелю. Особливо дане питання ефективно при проїзді швидкісного рухомого складу залізниць.



Рисунок 4.7 – Системи шумозахисту встановлені у тунелях [55]

Відомою є система шумозахисту Noise Breaker, це по конструктивним параметрам низька і «близька до колії» бар'єрна система захисту від шумового навантаження при проїзді рухомого складу залізниць (рис. 4.8). Дана система дуже ефективна при ситуаціях, коли не вистачає місця для укладання більш габаритних конструкцій. Особливістю системи є шумозахисний бар'єр малої висоти, що встановлюється близько (у межах допустимих габаритів) біля залізничної колії.



Рисунок 4.8 – Звуковий резонатор FONOCON із акустичним ковпачком для ефективного захисту від шумового навантаження [55]

Для підвищення захисту від шумового навантаження залізничного транспорту компанія Forster розробила звуковий резонатор FONOCON. Він являє собою ковпак, що насаджується на шумозахисну стінку. Слід зазначити, що його можна застосовувати, як на існуючих захисних стінках так і на нових шумозахисних системах.

4.3. Принцип роботи та влаштування шумозахисних екранів

Потрібну ефективність шумозахисних екранів досягають за рахунок наступного:

- правильного вибору основних параметрів шумозахисного екрану, а саме: висоти, довжини, конструктивного рішення верхньої частини;
- використання у панелях екрану звукопоглинаючих матеріалів;
- раціонального розташування шумозахисного екрану відносно залізничних колій з метою захисту від шумових навантажень прилеглих територій при дії рухомого складу залізниць.

Шумозахисні бар'єри бувають двох видів: шумовідбиваючі та шумопоглинаючі. Зниження шуму можна досягти також за рахунок нахилу шумовідбиваючого бар'єру, і віддзеркалення шуму вбік від житлової забудови. Принцип відбиття звуку наведено на рис. 4.9.

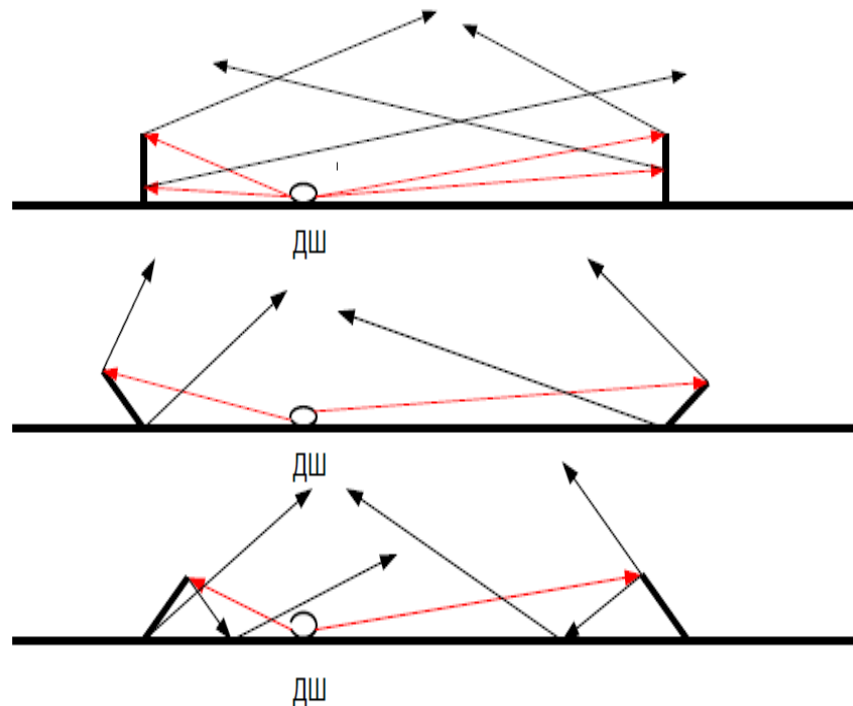


Рисунок 4.9 – Принцип відбиття звуку у залежності від нахилу шумозахисного екрану відносно джерела шуму (ДШ)

Як бачимо, найкраще відбиває звук екран, який розташовується із нахилом у сторону джерела шуму.

4.4. Рекомендації із встановлення шумозахисних екранів у східній та західній горловині станції Львів для зниження шумового навантаження на прилеглі території

Рекомендована схема розміщення шумозахисних екранів біля залізничної колії станції Львів наведена на рис. 4.10.

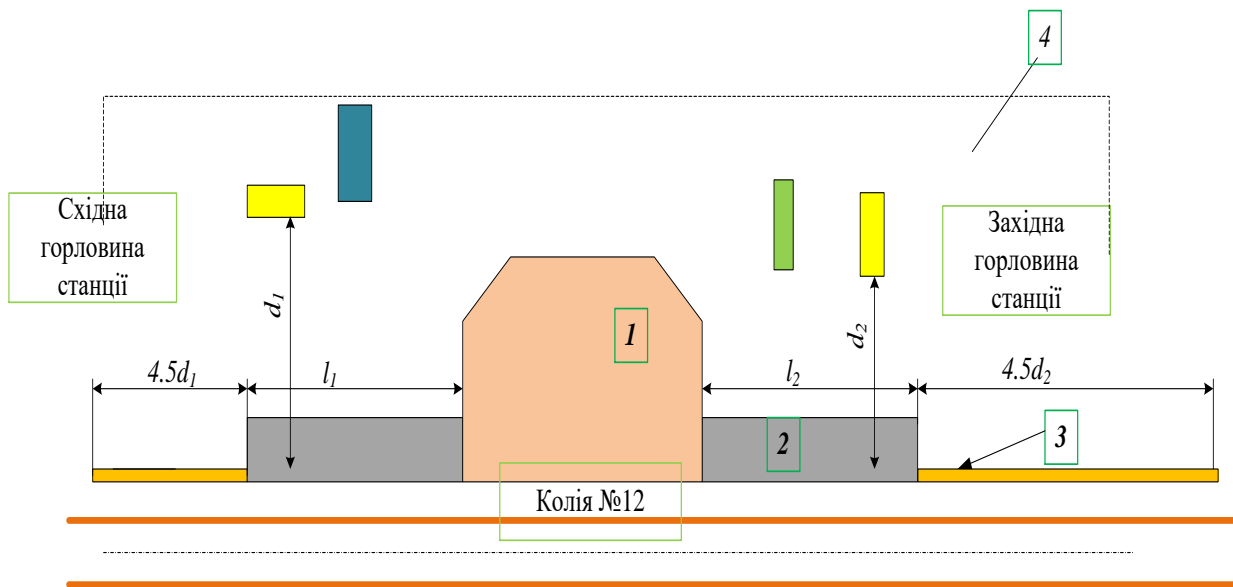


Рисунок 4.10 – Рекомендована схема розміщення шумозахисних екранів у східній та західній горловині залізничної станції Львів до розрахунку довжини шумозахисного екрану: 1 – будівля станції Львів; 2 – перон (перша платформа станції); 3 – шумозахисний екран; 4 – прилегла територія біля станції

При виборі висоти шумозахисного екрану біля станції враховуємо висоту об'єктів захисту, а також їх розміщення відносно залізничної колії.

Довжину екрану визначаємо за довжиною перонів у східній та західній горловинах станції Львів. Також у довжину екрану входить поперечні відстані d_1 , d_2 , які враховують відстань від колії №12 до найближчих будівель, що знаходяться на прилеглий території станції Львів.

У результатів довжина шумозахисного екрану буде збільшена на $4,5 d_1$ та $4,5 d_2$ за відстань від екрану до прилеглої території. Повну довжину екрану розраховуємо за формулою:

$$l_{\text{екр}} = 4,5d_1 + l + 4,5d_2 \quad (4.1)$$

де l_1 , l_2 – це довжини екрану, що рівні довжинам перонів із східної сторони станції та західної, м; d – відстань від об'єкту до шумозахисного екрану, що вимірюється у перпендикулярному напрямі до прилеглої території.

Згідно із проведеними розрахунками довжина екрану становить 342 м.

У конструкції шумозахисного екрану повинні бути двері, для проходу людей на посадку і висадку.

Шумозахисні екрани влаштовуюємо вздовж колії №12. При цьому їх влаштовуюємо у смузі відводу дотримуючись габаритів наближення будівель і рухомого складу залізниць. Також потрібно забезпечити видимість світлофорів та сигнальних пристроїв колії.

Схема розміщення звукопоглинаючого екрану наведена на рис. 4.11.

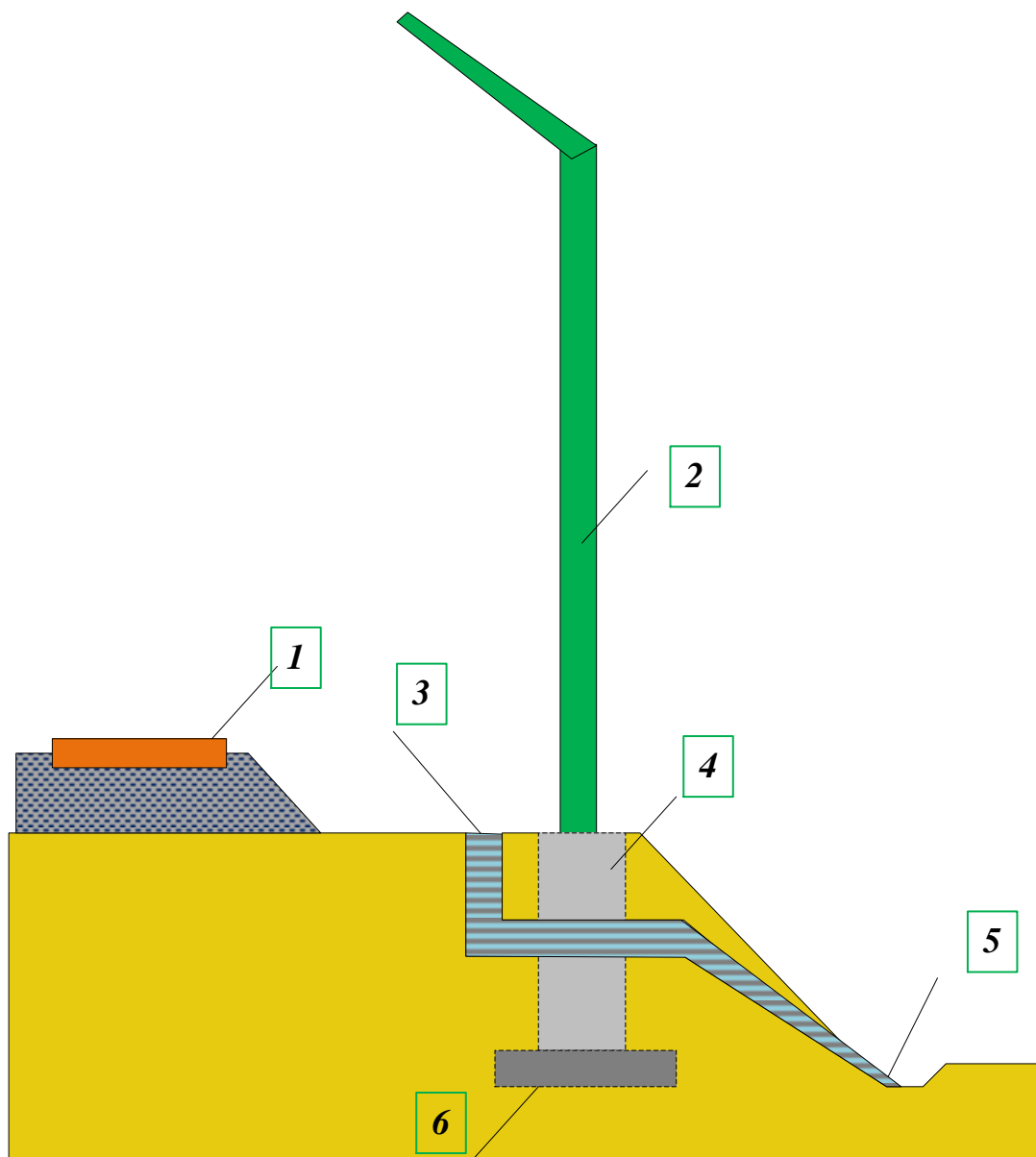


Рисунок 4.11 – Рекомендована схема водовідведення від залізничної колії: 1 – залізнична колія; 2 – шумозахисний акустичний екран; 3 – водовідвід від залізничної колії; 4 –

фундамент для закріплення екрану; 5 – водовідвідний лоток; 6 – розширена основа фундаменту

На висоті 1,5 м на екрані, рахуючи від головки рейки, рекомендується встановити світлоповертальні елементи.

Влаштування шумозахисних екранів у східній та західній горловинах станції призведе до зниження шумового навантаження при виконанні маневрової роботи на станції. Також буде зниження шуму і від поїздів, які обертаються по станції Львів.

Висновки до розділу 4

Із розроблених рекомендацій зниження шумового навантаження від рухомого складу залізничного транспорту при виконанні маневрової роботи по станції Львів, отримано наступні висновки та рекомендації:

1. Для зменшення негативного впливу рівня шуму від рухомого складу залізничного транспорту, ефективним засобом є будівництво шумозахисних екранів у полосі відводу земель біля крайніх колій.

2. Для зниження шумового навантаження на прилеглі території станції Львів запропоновано влаштування шумозахисних екранів у східній та західній горловинах станції. При цьому довжина екранів у горловинах станції повинна бути збільшена на 4,5 довжин до найближче розташованих будівель до осі колії №12.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень шумового навантаження на навколишнє середовище при виконанні маневрової роботи по станції Львів отримано наступні висновки та рекомендації:

1. Джерелами шумового забруднення при виконанні маневрової роботи на станції є шумове навантаження від вагонів та двигунів маневрових локомотивів, шумове навантаження від гальм рухомого складу та шумове навантаження, яке виникає при маневрових ударах.

Житлова забудова біля залізничних колій вимагає розробки ефективних заходів зменшення шумового навантаження на людей.

2. Основні вимоги до оцінки, прогнозування та зменшення шумового навантаження наведено у TSI Noise. Він поширюється на рухомий склад, який підпадає під дію Регламенту (ЄС) № 1302/2014 (TSI LOC&PAS) та Регламенту (ЄС) № 321/2013 (TSI WAG).

Найбільш використовуваними методами для прогнозування шуму на залізницях країн ЄС є методи Schall 03 та MPVHD та метод, що наведений у Директиві ЄС 2002/49/ЄС.

3. При експериментальних вимірюваннях значень шуму від руху поїздів встановлено, що максимальні шумові навантаження виникають від тягового рухомого складу, при цьому шумові навантаження від проміжних вагонів є меншими. Величина максимального навантаження від тягового рухомого складу досягла 99,8 дБ, а від пасажирських вагонів – 80 дБ.

4. При русі поїздів у межах від 50 км/год до 80 км/год середня величина шумового навантаження, із аналізу логарифмічної лінії тренду, від пасажирських вагонів складає 67 дБ, а від тягового рухомого складу 72 дБ. Отже, середні значення шумового навантаження від поїзді перевищують допустиму величину 60 дБ, що вимагається нормами України та допустиму величину 55 дБ, що вимагається нормами країн членів Європейського Союзу. Тому це вимагає

розробки заходів зниження негативного шумового впливу на навколишнє середовище.

5. Для зменшення негативного впливу рівня шуму від рухомого складу залізничного транспорту, ефективним засобом є будівництво шумозахисних екранів у полосі відводу земель біля крайніх колій.

6. Для зниження шумового навантаження на прилеглі території станції Львів запропоновано влаштування шумозахисних екранів у східній та західній горловинах станції. При цьому довжина екранів у горловинах станції повинна бути збільшена на 4,5 довжин до найближче розташованих будівель до осі колії №12 і в загальному становить 342 м.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ