

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

(повне найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

Проект реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м.Трускавець

спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІмз-21

ПУШИК Олександр Тарасович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

ДРОБИШИНЕЦЬ Сергій Ярославович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«___» _____ 2025 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Кислюк Дмитро Ярославович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Ступінь вищої освіти: магістр

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: «Будівництво та цивільна інженерія»

Індивідуальна освітня траєкторія здобувача: «Автомобільні дороги та аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри будівництва та
цивільної інженерії**

_____ **О. УЖЕГОВА**

" 23 " жовтня 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

_____ **ПУШИКУ Олександр Тарасовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____

_____ **«Проект реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м.Трускавець»**

Керівник кваліфікаційної роботи _____

_____ **Сергій ДРОБИШИНЕЦЬ, к.т.н., доцент**

(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 05 " лютого 2025 року **№68/01-02** .
та змінами до цього наказу **№439/01-02** від " 23 " жовтня 2025 року.

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи _____

_____ **01 грудня 2025 р.**

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра **Матеріали інженерних вишукувань по**

об'єкту: кліматичні умови регіону; дані по будівельно-матеріальним ресурсам регіону;

характеристики транспортних потоків; план місцевості з даними по землеволодінню,

інфраструктурі, комунікаціях; ґрунтово-геологічні характеристики; гідрологічні дані по

місцевості.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Розділ 1. Планувальні рішення, Розділ 2. Конструктивні рішення; Розділ 3. Технологія та

організація будівництва, Розділ 4. Організація дорожнього руху, Розділ 5. Охорона праці,

Розділ 6. Економічна частина. Розділ 7. Наукова частина

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

1. Генеральний план м.Трускавець

2. Поздовжній профіль ділянки вулиці Василя Стуса

3. Типові поперечні профілі земляного полотна

4. Конструкція дорожнього одягу

5. Влаштування бар'єрного та турнікетного огороження

6. Схеми організації руху транспорту в місці виконання дорожніх робіт

7. Штучна споруда. Водоперепускна залізо-бетонна труба Ф1.0 м на ПК 5+98

8. Організація дорожнього руху

9. Технологічні схеми влаштування шарів дорожнього одягу

10. Лінійний календарний графік

11. Наукова частина (подача графічного матеріалу необмежена)

12. Наукова частина. Схематичне зображення шумозахисного екрану

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Планувальні рішення	ПРОЦЮК В.О., доцент		
2. Конструктивні рішення	ПРОЦЮК В.О., доцент		
3. Технологія будівництва	ШИМЧУК О.П., доцент		
4. Організація будівництва	ДРОБИШИНЕЦЬ С.Я., доцент		
5. Охорона праці	ДРОБИШИНЕЦЬ С.Я., доцент		
6. Економічна частина	ДРОБИШИНЕЦЬ С.Я., доцент		
7. Наукова частина	ДРОБИШИНЕЦЬ С.Я., доцент		

7. Дата видачі завдання" 05 " лютого 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір вихідних даних за темою роботи. Виконання 1 і 2 розділів (планувальні рішення, конструктивні рішення)	14.10.2025	
2	Виконання 3 і 4 розділів (технологія і організація будівництва, організація дорожнього руху)	25.10.2025	
3	Виконання 5, 6 і 7 розділів (охорона праці, економіка будівництва, наукова частина)	29.11.2025	
4	Подання виконаної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	06.12.2025	
5	Подання виконаної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	14.12.2025	
6	Подання виконаної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	14.12.2025	
7	Захист кваліфікаційної роботи	20.12.2025, 26.12.2025	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Олександр ПУШИК

_____ (ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Сергій ДРОБИШИНЕЦЬ

_____ (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

ПУШИК О.Т. «Проект реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м. Трускавець» (на матеріалах інженерних вишукувань по об'єкту; кліматичних умовах регіону, даних по будівельно-матеріальних ресурсах регіону; характеристиках транспортних потоків, плану місцевості з даними по землеволодінню, комунікаціях; ґрунтово-геологічних характеристиках; гідрологічних даних по місцевості). Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, семи розділів, списку використаних джерел, додатків.

У роботі досліджено кліматологічні особливості району будівництва, стан автомобільної дороги та запропоновано виконання реконструкції автомобільної дороги з конкретним земляним полотном та дорожнім одягом.

Ключові слова: автомобільна дорога, ґрунт, земляне полотно, укос, дорожній одяг, штучна споруда.

ANNOTATION

PUSHYK O.T. «The reconstruction project of Vasyl Stus Street in Truskavets» (on the materials of engineering surveys on the object; climatic conditions of the region, data on construction and material resources region, characteristics of traffic flows, area plan _with data on land tenure, communications, soil and geological characteristics, hydrological data on the area). Manuscript.

Qualification work of the master of OP «Construction and Civil Engineering» specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The master's thesis consists of an introduction, seven sections, conclusions, a list of sources used, applications.

The climatological features of the construction area, the condition of the highway are investigated in the work and the overhaul of the highway with a concrete ground and road clothes is offered.

Key words: highway, soil, earthen bed, slope, road clothes, artificial construction.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	9
1.1 Загальні дані.....	9
1.2 Роль транспорту в архітектурно-планувальних проблемах м. Трускавця.....	9
1.3 Пересування населення в м. Трускавець.....	10
1.4 Транспортна рухливість населення.....	11
1.5 Робота пасажирського транспорту і пасажиропотоки.....	15
1.6 Міський масовий пасажирський транспорт.....	17
1.7 Система магістралей м. Трускавця.....	19
1.8 Класифікація вулиць та доріг міста.....	20
1.9 Завантаження ВДМ та використання її пропускної здатності.....	21
Висновок до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	26
2.1 Вихідні дані щодо реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса.....	26
2.2 Оцінка відносної небезпеки ділянок вул. Василя Стуса і виявлення небезпечних місць методом коефіцієнтів аварійності.....	27
2.3 Аналіз конфліктних точок у місцях концентрації ДТП.....	29
2.4. Конструкція дорожнього одягу.....	30
2.5 Характеристика режимів руху.....	32
2.6 Розрахунок пропускної здатності проїзної частини.....	39
2.6 Характеристика пішохідного руху.....	41
2.7 Розрахунок ширини проїзної частини вул. Василя Стуса.....	42
Висновок до розділу 2.....	44
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ	45
3.1 Основні положення по організації будівництва.....	45
3.2. Технологія влаштування асфальтобетонного покриття.....	45
3.3. Особливості організації робіт при реконструкції вулиці.....	48
3.4 Визначення об'ємів робіт для укладання конструктивних шарів дорожнього одягу.....	48
3.3 Технологія улаштування асфальтобетонного покриття.....	53
3.4 Основні заходи для підвищення безпеки руху.....	54
3.5 Будівельний генеральний план.....	55
3.5.1 Обчислення потреби у інвентарних будинках.....	55
3.5.2 Розрахунок площі складських приміщень та площадок для інертних матеріалів.....	56
3.5.3 Розрахунок водопостачання на будівельному майданчику.....	56
Висновки до розділу 3.....	58

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	59
4.1. Облаштування дороги.....	59
4.1.1. Дорожні знаки.....	59
4.1.2. Дорожня розмітка.....	60
4.3. Дорожні огороження та напрямні пристрої.....	61
4.4. Вплив погодних умов на безпеку руху.....	62
4.5. Вплив дорожніх умов на безпеку руху.....	63
Висновки до розділу 4.....	64
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
5.1. Основні положення по охороні праці.....	65
5.2. Небезпека на будівельному майданчику.....	67
5.3. Вимоги безпеки праці при спорудженні земляного полотна.....	68
5.4. Облаштування електричних мереж на будівельному майданчику.....	70
5.5 Розрахунок заземлення опори світлового ліхтаря.....	71
Висновки до розділу 5.....	74
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	75
6.1. Основні положення для визначення кошторисної вартості будівництва.....	75
6.2. Кошторисна документація.....	76
Висновки до розділу 6.....	77
РОЗДІЛ 7. НАУКОВА ЧАСТИНА	78
7.1. Вплив шуму на людину та живі організми.....	79
7.2. Аналіз існуючих шумозахисних екранів на автомобільних дорогах.....	80
7.3. Порівняльна оцінка захисних екранів по ефективності дії, економічності та технологічності.....	96
Висновки до розділу 7.....	98
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99
ДОДАТКИ	101

ВСТУП

Зростання чисельності міського населення та інтенсивна автомобілізація є основними чинниками, що зумовлюють необхідність будівництва нових і модернізації існуючих вулиць і районів із відповідною реорганізацією транспортних потоків. У процесі розвитку сучасних міст транспортна система та міські дороги функціонують як єдиний інженерно-технічний комплекс. Рациональна організація руху безпосередньо залежить від структури вуличної мережі, яка потребує нових підходів при визначенні її параметрів, розміщення та способів використання.

З кожним роком дедалі очевиднішою стає необхідність адаптації міських вулиць і доріг до нових умов пересування, що пов'язано зі зростанням інтенсивності руху, збільшенням швидкості транспортних сполучень і дальності міських перевезень. Практика показує, що найефективніші результати дають саме комплексні планувальні та організаційні заходи, які враховують особливості місцевого рельєфу, щільності забудови й специфіку дорожньої мережі.

Подальший розвиток міських доріг передбачає збільшення частки магістралей у загальній системі вулиць, чітке розмежування їх за функціональним призначенням, а також вдосконалення перетинів транспортних і пішохідних потоків шляхом розведення їх у різних рівнях. Крім того, планується посилення інженерно-технічного оснащення вулично-дорожньої мережі.

Дослідження свідчать, що більшість дорожньо-транспортних пригод трапляється на ділянках із планувальними недоліками. Найпоширенішими з них є невідповідність ширини проїзної частини обсягам руху, локальні звуження, недостатня видимість на поворотах і перехрестях, круті ухили, вузькі тротуари та загалом неефективна організація руху.

Організаційні заходи дають змогу впорядкувати транспортні потоки без значних капіталовкладень, забезпечуючи помітне зменшення кількості аварій і, як наслідок, збереження людських життів та зниження економічних втрат. До

таких заходів належать запровадження одностороннього та кругового руху на перехрестях, облаштування пішохідних переходів, стоянок, зупинок громадського транспорту, а також каналізація транспортних потоків. Їх реалізація здійснюється через впровадження технічних засобів регулювання — дорожніх знаків, розмітки, світлофорів, огорожень, острівців безпеки тощо.

Систематичний аналіз експлуатації вуличної мережі та подальше вдосконалення планування і організації руху дають змогу усунути чинники, що спричиняють аварійність, і підвищити рівень безпеки дорожнього руху в місті.

Вулиця Василя Стуса є складовою частиною магістрального кільця навколо центральної частини міста Трускавця, по якому здійснюється рух усього транзитного вантажного транспорту та значної частини легкових автомобілів. На даний час розглянута у магістерській роботі ділянка вулиці перебуває у незадовільному стані, що негативно впливає на умови пересування транспортних засобів і пішоходів, знижує рівень безпеки руху та сприяє виникненню дорожньо-транспортних пригод.

Метою магістерської роботи є розроблення проєкту реконструкції зазначеної ділянки вулиці Василя Стуса у м. Трускавець.

Це питання набуло особливої актуальності, оскільки внаслідок воєнних дій значна частина населення зі східних і південних регіонів України перемістилася до західної частини країни. Така міграція спричинила помітне зростання чисельності мешканців невеликих міст у відносно безпечних областях, що, у свою чергу, призвело до збільшення кількості транспортних засобів на їхній вулично-дорожній мережі.

Під час виконання кваліфікаційної роботи магістра було використано інструменти штучного інтелекту для редагування та форматування тексту виключно як допоміжний засіб для пошуку ідей, уточнення формулювань та опрацювання літератури. Усі твердження, висновки та результати дослідження належать автору та ґрунтуються на власному аналізі, а отримані результати від генеративного ШІ були перевірені на достовірність та відповідність академічній доброчесності.

РОЗДІЛ 1

ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

1.1 Загальні дані

Кваліфікаційна робота магістра «Проект реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м.Трускавець» [1] була розроблена на підставі завдання на проектування, яке було видане кафедрою «Будівництво та цивільна інженерія» Луцького НТУ і затверджене наказом по університету.

В якості основи для проектування кваліфікаційної роботи я використав матеріали інженерно-геодезичних вишукувань та техніко-економічного обстеження, а також подальших розрахунків, що були отримані мною під час проходження переддипломної практики у вересні-жовтні 2025 року.

1.2 Роль транспорту в архітектурно-планувальних проблемах м. Трускавця

У процесі проектування нових або реконструкції вже сформованих вулиць і районів, як це відбувається у місті Трускавці, транспортні та архітектурно-планувальні аспекти є взаємопов'язаними й повинні розглядатися комплексно, а не окремо один від одного.

Головною функцією транспортної системи є забезпечення перевезення пасажирів і вантажів як у межах міста, так і між населеними пунктами. Під поняттям «транспортна система» розуміють сукупність магістралей, інших вулиць і доріг, а також організацію руху і взаємодію різних видів транспорту на певній території.

Організація транспортних потоків у місті Трускавці потребує врахування низки вимог, основною з яких є забезпечення раціонального використання часу на пересування - у межах 30–45 хвилин. Досягнути цього можливо шляхом прокладання магістралей у найкоротших напрямках, їх випрямлення та реконструкції окремих ділянок таких вулиць, як Бориславська, Стебниківська, Дрогобицька, Суховоля та Василя Стуса. Заплановане влаштування об'їзної дороги навколо центральної частини міста відповідає вимогам генерального

плану Трускавця й забезпечить найкоротші транспортні зв'язки між Бориславським, Дрогобицьким і Стебниківським напрямками, а також між північною та південною промисловими зонами.

Ще однією важливою умовою є чітка диференціація елементів вулично-дорожньої мережі та її ієрархічна побудова, що передбачає визначення головних і допоміжних напрямків. Такий підхід дозволяє раціонально розподіляти транспортні потоки, концентруючи їх на основних магістралях відповідно до архітектурно-планувальної структури міста.

1.3 Пересування населення в м. Трускавець

Рух мешканців у межах міста має різноманітний характер і залежить від його цільового призначення. Залежно від мети, пересування можна поділити на трудові, службові, навчальні, культурно-побутові та рекреаційні (пов'язані з відпочинком).

Обсяг і структура пересувань визначаються соціальною належністю різних категорій населення. Основну частину складають працюючі на підприємствах і в установах міста, що забезпечують його функціонування та розвиток. До другої категорії належить так зване непрацююче (несамодіяльне) населення - учні та студенти, діти дошкільного віку, пенсіонери й домогосподарки.

Кількість пересувань для кожної групи відрізняється й залежить від соціально-демографічної структури міста. У середньому це співвідношення можна виразити у відсотках таким чином:

- працюючі містоутворюючої групи (включаючи викладачів і студентів вищих та середніх навчальних закладів) - 27–35%;
- працівники обслуговуючої сфери - 20–23%;
- несамодіяльне населення - 45–50%.

Загальна кількість пересувань у межах міста враховує як постійних мешканців, так і відвідувачів. Отже, повна кількість пересувань визначається як:

$$A_{\text{заг}} = A_{\text{м}} + A_{\text{пр}},$$

де

A_m - кількість пересувань міського населення,

A_{np} - кількість пересувань приїжджих.

Середню кількість пересувань, що припадає на одного жителя за рік, можна визначити за формулою:

$$P = A / H,$$

де

A - загальна кількість пересувань,

H - чисельність населення.

Перспективна сумарна мобільність населення для міста з чисельністю близько одного мільйона жителів становить приблизно 1150 пересувань на рік.

1.4 Транспортна рухливість населення

Показник загальної рухливості населення не дає повної картини обсягів транспортної роботи. Для цього необхідно визначити частку пересувань, що здійснюються саме за допомогою транспорту, оскільки вона безпосередньо залежить від довжини маршрутів.

Чим більшою є відстань між пунктами пересування, тим вища ймовірність використання транспортних засобів. З цією метою вводять коефіцієнт користування транспортом, який визначається як відношення кількості поїздок між двома транспортними районами до загальної кількості пересувань між ними.

На основі цього коефіцієнта розраховується транспортна рухливість населення за формулою:

$$R_{tr} = \varphi \times R_{zag},$$

де:

R_{tr} - транспортна рухливість населення;

φ - коефіцієнт користування транспортом;

R_{zag} - загальна рухливість населення.

Величина коефіцієнта φ залежить від багатьох чинників - передусім від мети пересування (робоча, навчальна, культурно-побутова), рельєфу місцевості, конфігурації транспортної мережі, зручності та доступності транспортних засобів.

Якщо відстань переміщення не перевищує 500 метрів, пересування здебільшого здійснюється пішки, і тоді $\varphi = 0$. При відстанях 2–3 км переважна частина населення користується транспортом, тому $\varphi = 1$. Для проміжних відстаней коефіцієнт набуває значень у межах $0 < \varphi < 1$.

Таблиця 1.1

Коефіцієнт користування транспортом

Мета пересування	Коефіцієнт користування транспортом при відстані, км					
	До 0,1	1 – 1,5	1,5 – 2,0	2,0 – 2,5	2,5 – 3,0	> 3,0
Трудова	0,3	0,65	0,90	1,0	1,0	1,0
Культурно побутова	0,15	0,4	0,65	0,8	0,9	1,0

На інтенсивність роботи міського транспорту впливають не лише рівень транспортної рухливості населення, а й просторове розташування об'єктів, що взаємопов'язані між собою. Передусім це стосується співвідношення між житловими районами та місцями прикладання праці, а також структури розселення населення щодо цих територій, що безпосередньо визначає середню довжину пересувань.

Середня відстань пересування або поїздки перебуває у прямій залежності від площі забудованої частини міста (F) і може бути орієнтовно визначена за емпіричною формулою:

$$L_{\text{сер}} = 1,2 + \alpha\sqrt{F},$$

де:

$L_{\text{сер}}$ - середня довжина поїздки, км;

α - коефіцієнт, який для міст із населенням близько 1 млн осіб становить приблизно 0,15.

Для міста з площею забудови $F = 37 \text{ км}^2$ середня відстань пересування дорівнює:

$$L_{\text{сер}} = 1,2 + 0,15\sqrt{37} = 2,1 \text{ км.}$$

Більш точно визначення середньої відстані пересування можна отримати за допомогою так званих кривих розселення. Для цього на карті міста позначають об'єкти притягання - промислові підприємства, житлові масиви або центральну частину міста - і навколо них будують концентричні кола з інтервалом 1 км, які утворюють кілометрові зони.

Згідно з гіпотезою професора Г.В. Шелейховського, криві розселення враховують не лише фактичну відстань пересувань, а й часові витрати на їх подолання, що дає змогу точніше оцінити транспортні потреби міського населення.

Таблиця 1.2

Витрати часу на пересування в хвиликах	Витрати часу на пересування		
	Відсоток працюючих, яких розселено при різних max витратах часу.		
	T=60хв	T=45хв	T=30хв
0-5	27	34	48
5-10	19	23	27
10-15	14	15	15
15-20	11	10	6
20-25	8	7	3
25-30	6	5	-
30-35	5	3	-
35-40	4	2	-
40-45	3	1	-
45-50	2	-	-
50-55	1	-	-
Всього:	100	100	100

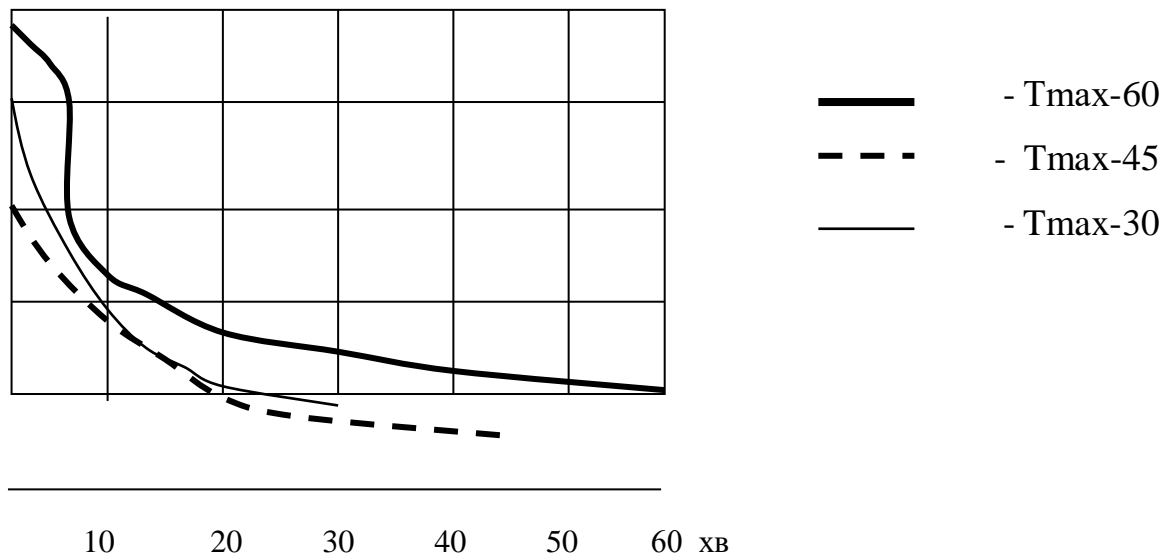


Рис. 1.1 Криві теоретичного розселення.

Отже, межі зон розселення можуть визначатися як за показником витрат часу на переміщення до певного центру тяжіння (так звані часові зони), так і за фактичними відстанями до нього (кілометрові зони).

Використовуючи коефіцієнт користування транспортом, криві розселення, побудовані за кілометричними параметрами, можна трансформувати у криві розподілу поїздок залежно від відстані.

Далі у таблиці 1.3 наведено розселення у кілометричних зонах відносно до центра для міста Трускавця ~ 0,1млн.жителів.

Таблиця 1.3

Розселення у кілометричних зонах відносно до центра для міста Трускавця

Кіломет- ричні зони	Кількість розселення (заг. кількість тих, що пересуваються) Кпер		Коефіцієнт користування транспортом	Розподіл поїздок на відстані (кільк. пересув на транспорті) Кп	
	тис	%		тис	%
0-1	10	10	0,15	1,5	1,5
1-2	15	15	0,52	7,8	3,5
2-3	15,3	16	0,85	13,0	16,0
3-5	23,3	23	1,0	23,3	28,5
5-7	16,3	16	1,0	16,3	20,0
7-10	20	20	1,0	20,0	24,5

Отже, згідно даних таблиці 1.3 можна визначити середньозважений коефіцієнт користування транспортом та середню відстань поїздки:

$$\phi_{\text{сер}} = K_{\text{тр}} / K_{\text{пер}} = 120/1000 = 0,82 \quad L_{\text{сер}} = \sum_i L_i P_i / 100$$

де L_i – середня довжина поїздки з кожної кілометричної зони до пункту тяжіння.

P_i – відповідні проценти від загальної кількості поїздок :

$$L_{\text{сер}} = (0.5 \times 1.5 + 1.5 \times 9.5 + 2.5 \times 16.0 + 3.5 \times 28.5 + 4.5 \times 20.0 + 5.5 \times 24.5) / 100 = 5,0 \text{ км}$$

Отже, коефіцієнт користування транспортом застосовується для перетворення загальної кількості пересувань у кількість поїздок, здійснених транспортними засобами в межах кожної зони. Визначивши частку поїздок у кожній кілометричній зоні (P_i), можна обчислити середню довжину поїздки до кожного центру тяжіння населення.

1.5 Робота пасажирського транспорту і пасажиропотоки

Визначення середньої довжини поїздки та рівня транспортної рухливості населення дає змогу оцінити загальний обсяг роботи пасажирського транспорту міста.

Розрахунок цього показника здійснюється за спрощеною формулою:

$$Q = p \times H \times L_{\text{сер}}$$

де Q – загальний обсяг роботи пасажирського транспорту

P – річна кількість транспортних пересувань на одного мешканця (транспортна рухливість).

H – населення міста.

$L_{\text{сер}}$ – середня відстань поїздки.

$$P = 0.82 \times 1150 = 943$$

$$Q = 943 \times 0,1 \times 10^6 \times 5 = 4715 \times 10^5 \text{ (нас км)}$$

Обсяг роботи міського транспорту повинен узгоджуватися із протяжністю транспортної мережі, типом та кількістю рухомого складу, а також із пропускною спроможністю об'єктів транспортного обслуговування — депо, автопарків і гаражів.

У процесі містобудівного проектування — під час розроблення житлових і промислових районів, центральних частин міста чи окремих великих громадських споруд (адміністративних, торговельно-розважальних, культурно-побутових тощо) — необхідно здійснювати розрахунок пасажиропотоків, тобто визначати кількість пасажирів, які прибувають на об'єкт або вибувають з нього.

Пасажиропотоки в межах міста в години найбільшої інтенсивності руху («години пік») визначаються за відповідною розрахунковою формулою:

$$П_{тр.} = (Н \times А \times \phi \times K_{сез} \times K_{доб} \times h) / 365$$

де P – кількість пасажирів;

N – населення району ;

A – рухливість населення (за рік) ;

ϕ – коефіцієнт використання транспорту.

$K_{сез}$ – коефіцієнт сезонної нерівномірності (1.04).

$K_{доб}$ – коефіцієнт добової нерівномірності (1.1).

h – процент перевезень за годину “пік” 13%.

$$P_{тр.} = (23 \times 10^3 \times 1150 \times 0,82 \times 1,04 \times 1,1 \times 0,13) / 365 = 8837 (\text{нас})$$

Розподіл пасажиропотоків здійснюється за видами транспорту із урахуванням того, що основна частка перевезень — близько 80–90 % — припадає на міський громадський транспорт. Отриману кількість пасажирів необхідно розподілити відповідно до пропускної спроможності окремих видів транспорту. Наприклад, у місті Самборі провідну роль у перевезеннях населення відіграють маршрутні автобуси, а також міжміські та приміські автобусні лінії. Тому, на основі аналізу обсягів перевезень визначають доцільність використання конкретних видів транспорту, оптимальну схему маршрутів та раціональне розташування зупинок.

1.6 Міський масовий пасажирський транспорт

Види масового пасажирського транспорту

Масовий пасажирський транспорт, як вуличний, так і позавуличний, призначений для організованого перевезення значної кількості пасажирів за задалегідь визначеними маршрутами.

Основні критерії, за якими здійснюється класифікація цього виду транспорту, подані в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Класифікація транспорту		
За розміщенням відносно поверхні вулиць	За характером влаштування шляху	За видом транспорту
Вуличний	Безрейковий	Автобус , маршрутне таксі , тролейбус.
Позавуличний	Рейковий	Трамвай. Швидкісний трамвай, метро, монорейковий транспорт , конвеєр, міська залізниця.

Масовий пасажирський транспорт оцінюється за низкою основних показників:

Перевізна спроможність – це кількість пасажирів, яку транспортна система здатна перевезти протягом однієї години в певному напрямку. Її величина залежить від місткості транспортних засобів та пропускної спроможності транспортної лінії. Цей показник використовується під час вибору оптимального виду транспорту для конкретних умов.

Пропускна спроможність лінії характеризується максимальною кількістю транспортних одиниць (автобусів, вагонів, поїздів тощо), що можуть безпечно рухатися по одній смугі за одну годину. Вона визначається, зокрема, місткістю транспортних засобів, інтервалами між ними та інтенсивністю пасажирообміну на зупинках.

Таблиця 1.5

Вид транспорту	Пропускна спроможність лінії, транспортних одиниць за годину	Перевозо-спроможність, пасажирів за годину
Метро	40	27000 - 54000
Швидкий трамвай	60	20000 - 25000
Трамвай	70 - 80	8000 - 12000
Монорейковий транс.	50	6000 - 24000
Тролейбус	80	5000 - 8000
Автобус	110	4000 - 4500
Автомобіль (таксі)	500	4000

Швидкість сполучення транспорту визначається як співвідношення довжини шляху, який проходить транспортний засіб, до сумарних витрат часу, що включають тривалість руху, зупинок та затримок на перехрестях.

Показник швидкості сполучення, або експлуатаційної швидкості, є одним із головних критеріїв оцінки ефективності функціонування системи міського пасажирського транспорту. Від його величини залежить загальний рівень транспортного обслуговування населення, ритмічність перевезень та пропускна спроможність транспортної мережі.

Таблиця 1.6

Вид транспорту.	Середня швидкість км / год	Час на проїзд 1км шляху, хв.
Трамвай	16,8	3,57
Тролейбус	17,5	3,43
Автобус	18,0	3,33
Швидкий (експрес) автобус або тролейбус	28,0	2,14
Швидкий трамвай на ізольованій колії.	31,0	1,9
Метро і швидкісна ел. міська залізниця .	41,6	1,44

Отож, зупинимося більш детально на характеристиці тих видів транспорту, що використовуються в м.Трускавці.

Вуличний безрейковий транспорт

Автобус – це є найбільш універсальним та маневреним видом міського транспорту, який не потребує спеціально облаштованої колії для руху. Завдяки своїй економічності та гнучкості у виборі маршрутів, він відіграє провідну роль у транспортному обслуговуванні малих і середніх міст. У великих міських агломераціях автобуси здебільшого функціонують у комплексі з іншими видами громадського транспорту, забезпечуючи перевезення пасажирів між приміськими зонами, периферійними районами та центральною частиною міста.

До основних недоліків автобусного транспорту належить негативний вплив на навколишнє середовище через викиди шкідливих речовин, зокрема двооксиду вуглецю. У зв'язку з цим у сучасних умовах активно впроваджуються та вдосконалюються конструкції автобусів з електричними двигунами, а також транспортних засобів, що працюють на газовому паливі, які є більш екологічно безпечними.

1.7 Система магістралей м. Трускавця

Планувальна структура вулично – дорожньої мережі.

Основною інфраструктурою, що забезпечує рух масового пасажирського транспорту у межах міста, є вулично-дорожня мережа. Вона формується історично і протягом тривалого часу залишається одним із найбільш стабільних елементів планувальної структури міського середовища. Головну роль у її складі відіграють магістральні вулиці, які виконують функцію основних транспортних артерій. Вони забезпечують зв'язок між промисловими зонами, житловими районами, центром міста, а також між собою та об'єктами зовнішнього транспорту.

По магістральних вулицях зазвичай прокладаються основні лінії міського пасажирського транспорту, які становлять близько 20–25 % загальної довжини вуличної мережі. Саме система магістралей формує каркас планувальної

структури міста, а її конфігурація, як правило, відповідає певній геометричній схемі розвитку.

Зокрема, у місті Трускавець планувальна структура вуличної мережі має радіальний характер, типовий для історичних населених пунктів. З розвитком міста така схема поступово трансформується у радіально-кільцеву. Історично вулиці Трускавця формувалися вздовж торгових шляхів, що перетиналися у центральній частині, найчастіше — на ринковій площі. Подібне планування забезпечує зручний зв'язок із центром, проте зі зростанням міста виникають труднощі у русі, зокрема через перевантаження центральної частини транспортними потоками.

З метою розвантаження центру та покращення транспортних сполучень між віддаленими районами, генеральним планом міста Трускавця передбачено створення хордових і кільцевих магістралей. Зокрема, проектується будівництво вулиці Бориславська–Проектована, яка з'єднає вулиці Дрогобицьку та Стебницьку в обхід центральної частини міста. Крім того, передбачається реконструкція ділянок вулиці Суховолі, що забезпечить транспортне сполучення між північною та південною промисловими зонами. У результаті буде сформовано кільцеву схему об'їзду центру міста, що дасть змогу організувати в центральній частині зону «заспокоєного руху», підвищивши комфорт і безпеку пересування.

1.8 Класифікація вулиць та доріг міста

Вулично-дорожня мережа міста поділяється за функціональним значенням кожної вулиці у загальній планувальній структурі. Відповідно до цього вулиці відносять до певних категорій, що визначають характер транспортного руху, його інтенсивність, а також особливості планувального рішення - зокрема, побудову плану, поздовжнього та поперечного профілів.

Основою класифікації є функціональні ознаки, які відображають обсяги руху, його тип (регульований, безперервний, швидкісний) та переважаючий вид транспорту - вантажний, пасажирський чи пішохідний. Додатково враховується

рівень транспортних зв'язків: загальноміські, районні або внутрішньо-мікрорайонні.

У місті Трускавець до магістральних вулиць належать, зокрема, Об'їзна дорога, вулиці Дрогобицька, Бориславська, Стебницька, Степана Бандери, Василя Стуса та інші. Ці вулиці формують основний каркас транспортної мережі міста, забезпечуючи зв'язок між житловими, промисловими та громадськими зонами. Вони є головними транспортними артеріями, по яких здійснюється рух громадського транспорту. На таких вулицях передбачене світлофорне регулювання руху, розрахункова швидкість становить до 80 км/год, інтенсивність - від 500 до 2000 автомобілів за годину, а мінімальні радіуси горизонтальних кривих - приблизно 400 метрів.

До вулиць місцевого значення належать шляхи, які обслуговують переважно внутрішньоквартальний рух. Це найбільш поширена категорія вуличної мережі, характерна для всіх типів населених пунктів. Такі вулиці призначені здебільшого для службового та індивідуального транспорту, однак іноді забезпечують також під'їзди до об'єктів громадського призначення або зв'язки між житловими кварталами. Вони виконують роль сполучних ланок між житловою забудовою, зонами обслуговування та промисловими територіями, при цьому під'єднуючись до магістральних вулиць. Допустима швидкість руху на таких дорогах становить 30–60 км/год, а інтенсивність – 100–200 автомобілів за годину.

Для зручності сприйняття та аналізу категорійності вулиць міста на схемі транспортного планування Трускавця вони позначені різними кольорами та товщиною ліній, що відображає їхнє функціональне значення у загальній структурі вулично-дорожньої мережі.

1.9 Завантаження ВДМ та використання її пропускної здатності

Розвиток системи міських магістралей тісно пов'язаний зі зростанням транспортних потоків. Проте через складність модернізації історичних районів темпи розбудови вуличної мережі, у тому числі й магістральної, зазвичай

відстають від темпів зростання інтенсивності руху. Частково цю різницю компенсують за рахунок підвищення якості та технічного рівня існуючих доріг.

Великий вплив на завантаження вулиць і вибір способів пасажирських перевезень мають структура транспортного потоку та рівень автомобілізації населення. Легкові автомобілі, попри невелику кількість пасажирів (у середньому 1,2–1,6 особи на авто), займають значну площу дорожнього простору (до 80 м² на одне авто), що суттєво впливає на загальну пропускну здатність міської мережі.

Характер забудови міста, напрямки транспортних зв'язків та щільність населення формують особливості завантаження магістралей. Ступінь завантаження визначають за щільністю транспортних засобів на одну смугу руху, що обчислюється за формулою:

$$Q = O / V$$

де Q – щільність руху на смузі, авт / км ;

O – об'єм, інтенсивність, рівень організації руху, авт / год.

V – швидкість потоку, км / год.

Наприклад, при $O = 400$ авто / год. і $V = 40$ км / год. $Q = 100$ авто/км. Показники щільності можуть визначатись від рухомих і нерухомих автомобілів.

Для дослідження динаміки завантаження й визначення резервів пропускну здатності вулично-дорожніх мереж використовується спеціальна методика оцінювання, яка передбачає порівняння таких параметрів:

- Смуговість — кількість і технічний стан смуг проїзної частини в різних частинах міста;
- Рівень організації руху (РОР) - ефективність використання смуг, наявність регулювання та засобів організації руху;
- Зручність руху - узагальнений показник комфортності пересування, який враховує умови для водіїв і пішоходів.

РОР виражається через пропускну здатність смуги в одиницю часу (авто/год) і залежить від якості покриття, освітлення, погодних умов, напруженості руху та взаємодії елементів системи «водій–автомобіль–дорога».

Ефективність роботи вулично-дорожньої мережі визначається кількома основними критеріями:

- інтенсивність транспортного руху,
- середня швидкість пересування,
- кількість дорожньо-транспортних пригод.

У межах міських територій до цих показників додаються:

- простої на перехрестях і зупинках;
- умови руху пішоходів;
- рівень забруднення повітря від транспортних засобів.

Одним із найточніших критеріїв оцінювання зручності руху є тривалість простоїв. Вона безпосередньо впливає на швидкість сполучення, економічні втрати та рівень загазованості повітря. Для міста Трускавець середні інтервали між автомобілями становлять 5–8 секунд. Аналіз транспортних потоків, як правило, проводиться для пікових періодів, тривалість яких зазвичай не перевищує однієї години.

Відомо, що параметри транспортного потоку є випадковими величинами, тому при їх вивченні використовують методи теорії ймовірності та математичної статистики.

Згідно з нормативними даними, пропускну здатність однієї смуги руху становить:

- для швидкісних доріг – 1200 – 1500 легкових автомобілів на годину;
- для магістральних вулиць безперервного руху – 1000 – 1200 авто/год;
- для вулиць із перетинами в одному рівні – 600 – 700 авто/год.

Оптимальним вважається навантаження, яке становить 75–80% від пропускну здатності.

Магістральна вулична мережа Трускавця вже досягла рівня, що потребує регулювання транспортних потоків (встановлення світлофорів, робота

регулювальників у години пік). Водночас у центральній частині міста окремі ділянки перевантажені у 2–2,5 рази порівняно із середнім рівнем, що потребує впровадження додаткових заходів:

- систем координованого руху;
- багаторівневих транспортних розв'язок;
- підземних пішохідних переходів.

Підвищення рівня організації руху може досягатися шляхом:

- впровадження одностороннього чи реверсивного руху;
- обмеження швидкості;
- зменшення простоїв на перехрестях;
- інформування водіїв щодо стану руху.

Критерієм оцінки якості транспортного обслуговування в межах міста може слугувати показник доступності магістралей, який визначається за формулою:

$$L_v = \lambda / 3 \delta_m$$

де L_v – середня доступність до мережі, км

λ – коефіцієнт непрямолінійності підходів

δ_m – щільність мережі магістральних вулиць, км / кв. км.

Оскільки щільність населення та концентрація транспортних потоків зменшуються від центру до околиць, кількість смуг руху відповідно скорочується.

З огляду на постійне збільшення транспортного навантаження, за відносно стабільних параметрів мережі, вирішення транспортної проблеми можливе двома шляхами:

1. Підвищення щільності магістралей через будівництво, реконструкцію та переведення місцевих вулиць у категорію магістральних;
2. Покращення рівня організації руху (POR) за рахунок сучасних технічних і управлінських рішень.

Найефективнішим і водночас радикальним засобом підвищення пропускної здатності є спорудження транспортних розв'язок у різних рівнях.

Висновок до розділу 1: У даному розділі наведено основні планувальні рішення щодо «Проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м.Трускавець» [1].

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Вихідні дані щодо реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса

Історичне формування вуличної мережі Трускавця відбувалося переважно вздовж давніх торгових шляхів, що сходилися у центральній частині міста, зазвичай поблизу ринкової площі. Така радіальна схема планування забезпечувала зручне транспортне сполучення з центром, однак із розширенням міста вона почала створювати проблеми для руху, особливо у центральній зоні. Необхідність перетину центру для з'єднання різних районів призводить до значного транспортного перевантаження.

Через переважно радіальний характер вуличної структури та обмежену ширину проїзних частин у старій частині міста, пропускна здатність доріг є недостатньою для сучасних інтенсивних транспортних потоків, зокрема для громадського транспорту. Концентрація руху на основних магістральних вулицях - Дрогобицькій, Бориславській, Суховолі, Стебницькій та Степана Бандери - призводить до значного навантаження центрального району в години «пік». У випадках дорожньо-транспортних пригод або складних погодних умов це часто спричиняє часткове чи навіть повне блокування руху та утворення заторів.

Водночас планувальна структура центральної частини Трускавця дає можливість, без суттєвих фінансових витрат, провести реконструкцію окремих вулиць і перехресть для організації кільцевого руху навколо центру - так званого “малого кільця”. Реалізація такого рішення дозволить суттєво розвантажити центральну частину міста й у перспективі створити “зону заспокоєного руху”. У межах цього кільця основним напрямком стане рух саме по кільцевій схемі, що підвищить пропускну здатність і забезпечить рівномірний розподіл транспортних потоків.

Оптимальним шляхом вирішення транспортної проблеми є перерозподіл потоків по всій мережі центральної частини Трускавця із впровадженням кільцевої організації руху навколо центру та переглядом маршрутів

громадського транспорту. Це дасть змогу вивести транзитний рух за межі центру, зберігаючи пішохідну доступність для мешканців. У межах “зони заспокоєного руху” передбачено рух лише обслуговуючого транспорту та автомобілів мешканців прилеглих вулиць.

Для практичної реалізації даного підходу необхідно здійснити комплекс робіт із реконструкції та капітального ремонту окремих ділянок магістральних вулиць кільця. Це забезпечить можливість спрямування транзитного вантажного та легкового транспорту поза межі центральної частини, що позитивно вплине на екологічний стан і комфортність міського середовища.

Зокрема, у магістерській роботі розглядається «реконструкція ділянки вулиці Василя Стуса» [1] за параметрами магістральної вулиці:

- «Розрахункова швидкість - 70 км / год;
- Кількість смуг руху – 2 (3) смуги в кожному напрямку;
- Ширина смуги руху – 3,75 м;
- Поперечний ухил - 25 проміле;
- Ширина тротуарів – 2,25 м;
- Ширина червоних ліній – 35,0 м;
- Найбільший поздовжній ухил – 17 проміле;
- Найменший поздовжній ухил – 5 проміле;
- Найменший радіус вертикальної опуклої кривої - 5100 м;
- Найменший радіус вертикальної угнутої кривої - 7300 м» [2].

2.2 Оцінка відносної небезпеки ділянок вул. Василя Стуса і виявлення небезпечних місць методом коефіцієнтів аварійності

Метод визначення коефіцієнтів аварійності ґрунтується на узагальненні статистичних даних про дорожньо-транспортні пригоди (ДТП). Він є особливо ефективним при оцінюванні стану ділянок вулично-дорожньої мережі, що вже експлуатуються і підлягають реконструкції чи вдосконаленню.

Рівень небезпечності конкретної ділянки дороги визначається підсумковим коефіцієнтом аварійності, який розраховується як добуток часткових коефіцієнтів, що враховують вплив окремих елементів плану та профілю дороги:

$$\text{Кавар} = \prod_{i=1}^{18} \text{Кі}$$

де

$K_1, K_2, K_3 - K_{18}$ – це часткові коефіцієнти, що відображають відносну кількість ДТП за певного значення геометричного або планувального параметра вулиці порівняно з умовно безпечною горизонтальною ділянкою, яка має проїзну частину шириною 7–7,5 м і зміцнені узбіччя.

Значення часткових коефіцієнтів визначають на основі детального аналізу плану вулиці із нанесенням на нього елементів дорожньої обстановки. В процесі аналізу територію поділяють на однорідні ділянки, для кожної з яких встановлюють відповідний коефіцієнт аварійності. Отримані дані заносять у спеціальну таблицю (графу), де для кожного параметра фіксують його значення.

Під час ручних розрахунків значення коефіцієнтів приймають за найближчими табличними показниками без інтерполяції. Межі виділених однорідних відрізків заносять у спеціальну графу, що дозволяє чітко визначити зони з різним рівнем безпеки руху.

Вплив небезпечної ділянки поширюється і на прилеглі відрізки дороги, тому для них також приймають аналогічні значення коефіцієнтів. Якщо на певному відрізку спостерігається дія кількох несприятливих факторів, застосовується найбільше із відповідних значень коефіцієнтів.

Загальний коефіцієнт аварійності обчислюють шляхом послідовного перемноження всіх часткових коефіцієнтів. Для візуалізації результатів будується епюра підсумкових коефіцієнтів, де пікові значення відображають найбільш небезпечні ділянки з точки зору можливості виникнення ДТП.

Додатково на цьому ж графіку позначають місця фактичних дорожньо-транспортних пригод за статистикою підрозділів ДАІ (за декілька попередніх

років). Як правило, зони з найвищими коефіцієнтами аварійності збігаються з місцями концентрації ДТП, що свідчить про достовірність методу та необхідність реалізації на таких ділянках організаційно-технічних заходів із підвищення безпеки дорожнього руху.

2.3 Аналіз конфліктних точок у місцях концентрації ДТП

Результати аналізу дорожньо-транспортних пригод свідчать, що найбільша кількість аварій виникає у так званих конфліктних точках транспортної мережі. Саме в цих місцях перетинаються або зливаються транспортні потоки, що створює підвищену ймовірність помилки водія та, як наслідок, виникнення ДТП.

Чим інтенсивніший рух транспортних засобів через певну конфліктну точку, тим вищою є ймовірність зіткнень. Отже, ступінь безпеки руху на перехрестях в одному рівні визначається низкою факторів:

- напрямком і взаємним розташуванням потоків транспорту;
- відносною інтенсивністю руху;
- кількістю точок перетину, розгалуження або злиття транспортних потоків;
- відстанями між цими точками.

На основі цих параметрів можна кількісно оцінити потенційну небезпеку перехрестя шляхом визначення кількості конфліктних точок та ступеня їх взаємодії.

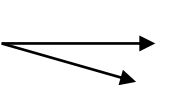
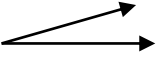
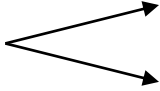
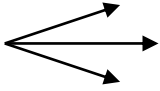
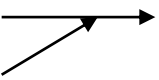
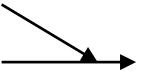

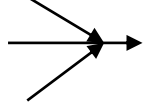
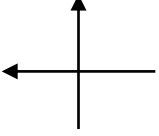
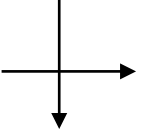
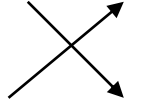
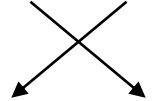
Для спрощеної оцінки рівня складності або умовної небезпеки транспортного вузла використовується п'ятибальна система. Згідно з нею:

- точка відхилення руху оцінюється у 1 бал,
- точка злиття потоків – у 3 бали,
- точка перетину – у 5 балів.

Сумарна складність перехрестя або вузла визначається за відповідною формулою, що враховує кількість і тип кожної конфліктної точки. Таким чином, метод дозволяє кількісно оцінити небезпеку ділянки дороги та обґрунтувати необхідність її реконструкції або зміни організації руху.

$$m = nb + 3nz + 5nu$$

Таблиця 2.1

Маневр	Позначення маневру			
Відхилення .				
Злиття .				
Пересічення .				

Після підрахування суми прийнято рахувати:

- вузол малої складності (просте перехрестя) m<40
- середньої складності 40-80
- складний 80-150
- дуже складний m>150

Отже, на реальному нерегульованому перехресті кількість конфліктних точок визначається із урахуванням кількості смуг руху.

2.4. Конструкція дорожнього одягу

Треба зазначити, що типові профілі конструкції дорожнього одягу розроблені та запроєктовані двох типів, а саме – перший тип для поширення існуючого дорожнього одягу, а другий тип для посилення існуючого дорожнього одягу ділянки вулиці Василя Стуса у м. Трускавець.

Отож, при поширенні існуючого дорожнього одягу його конструкція буде мати наступний вигляд:

- «піщано-гравійна суміш згідно ВБН В2.3.-218-189-2005 – 0,37 м;
- щебенева суміш С-4 за ДСТУ Б В.2.7-30-2013 – 0,16 м;
- щебенево-піщана суміш С-5 оброблена цементом М400 в установці згідно ВБН В2.3.-218-189-2005 – 0,1 м;
- розлив бітумної емульсії – 0,3 л/м²;
- асфальтобетон АБ.НШ.Кр.Щ.Б.НП.П ДСТУ Б.В 2.7 -119-2003 – 0,08 м;
- розлив бітумної емульсії – 0,3 л/м²;
- гарячий щебенево-мастиковий асфальтобетон типу ЩМА–15 на бітумі БНД 60 / 90 модифікованому з застосуванням полімербітумних добавок і ПАР згідно з ДСТУ Б В.2.7-127-2006 – 0,05 м» [2].

Зокрема, при посиленні існуючого дорожнього одягу його конструкція буде мати такий вигляд:

- «вирівнюючий шар із матеріалу від фрезування існуючого асфальтобетонного покриття з додаванням щебеневої суміші С-5, бітумної емульсії та цементу – 0,08 м;
- розлив бітумної емульсії – 0.3 л / м²;
- асфальтобетон АБ.НШ.Кр.Щ.Б.НП.П ДСТУ Б.В 2.7 -119-2003 – 0,08 м;
- розлив бітумної емульсії – 0.3 л / м²;
- гарячий щебенево - мастиковий асфальтобетон типу ЩМА – 15 на бітумі БНД 60 / 90 модифікованому з застосуванням полімербітумних добавок і ПАР згідно з ДСТУ Б В.2.7-127-2006 – 0,05 м» [2].

2.5 Характеристика режимів руху

Дорожній рух являє собою динамічну систему, у якій відбувається взаємодія між пішоходами та транспортними засобами. Поведінка всіх учасників цієї системи регулюється встановленими правилами та нормами, що забезпечують порядок і безпеку пересування.

Організація дорожнього руху - це сукупність наукових, технічних і управлінських заходів, спрямованих на досягнення оптимальної ефективності транспортних і пішохідних потоків, а також на зниження аварійності.

Раціональне управління рухом можливе лише за умови глибокого розуміння його закономірностей. Ці закономірності встановлені в результаті численних досліджень і практичного досвіду функціонування транспортних систем.

До основних показників дорожнього руху належать:

- інтенсивність руху,
- щільність транспортного потоку,
- швидкість пересування,
- склад транспортних засобів,
- затримки руху,
- розподіл потоків за напрямками.

Транспортний потік визначається взаємодією транспортних засобів у просторі та часі. Однією з головних характеристик є інтенсивність руху (N) - це кількість автомобілів, що проходять через певне поперечне перетинання дороги за встановлений проміжок часу.

Розрахунковий період може змінюватися залежно від поставленої задачі: від року, місяця чи тижня до доби або години. При цьому інтенсивність руху є змінною величиною, яка коливається як у просторі (на різних ділянках дороги), так і в часі (в різні періоди доби).

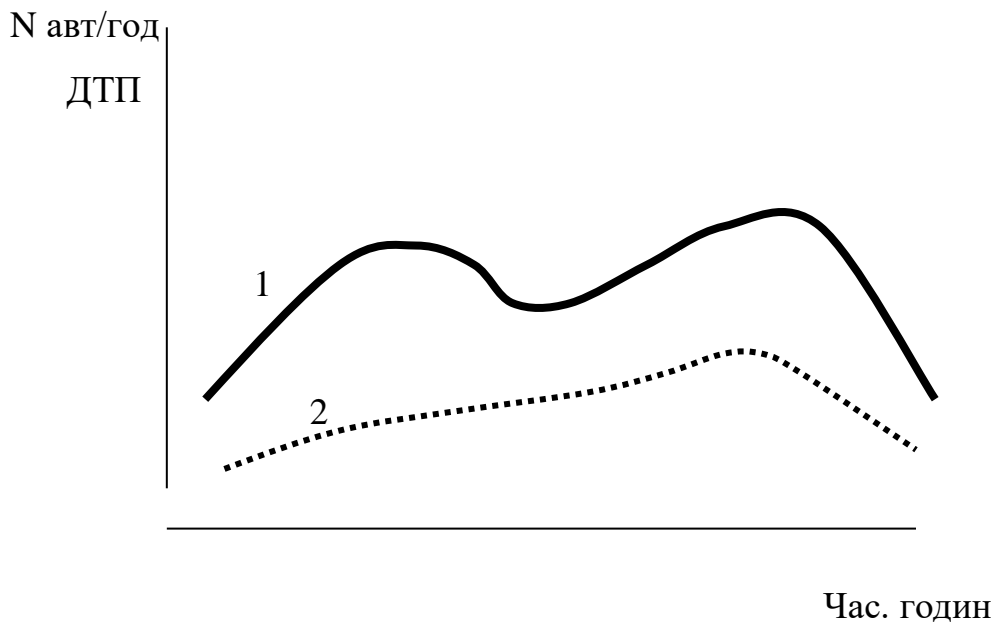


Рис. 2.1. Зміна інтенсивності (1) і число ДТП у часі (2).

Отож, на представленій залежності можна виділити зони підвищеної інтенсивності і небезпеки руху ранковим (рух до місць прикладання праці) і вечірнім (рух після закінчення роботи).

Нерівномірність інтенсивності руху може бути оцінена коефіцієнтом нерівномірності K_n , який являє собою відношення фактичної інтенсивності N_f за певний розглядуваний період до середньої інтенсивності N_c за більш протяжний період часу.

$$K_n = N_p / N_c,$$

Звідси, коефіцієнт річної нерівномірності становить:

$$K_n = 12 N / (\sum N_i)$$

де **12** - число місяців в році;

N - інтенсивність за розглядуваний місяць од./ міс.

$\sum N_i$ - інтенсивність за рік од./ рік.

Треба зазначити, що у практиці організації руху часто оперують не сумарною інтенсивністю по напрямках, а інтенсивністю по окремій смузі руху (наприклад для розрахунку світлофорної сигналізації).

Щільність транспортного потоку (q) - це кількість транспортних засобів, що в певний момент часу розташовані на конкретній ділянці дороги. Вона

відображає ступінь заповненості проїзної частини автомобілями. Максимальна (гранична) щільність визначається кількістю нерухомих машин, що розташовані впритул одна до одної. Це значення залежить від типу транспортних засобів: для легкових автомобілів воно становить приблизно 200 авто/км, а для довгих автопоїздів (приблизно 24 м завдовжки) - близько 40 авто/км.

Зі збільшенням щільності руху зростає взаємодія між транспортними засобами, зменшується можливість виконання маневрів, що призводить до зниження пропускної здатності дорожньої мережі.

Рівень завантаженості дороги (Z) визначається як співвідношення фактичної щільності до максимально можливої за певних умов руху:

$$Z = q_{\text{факт}} / q_{\text{max}}$$

Швидкість руху (V) - це відношення відстані, пройденої транспортним засобом, до часу, витраченого на її подолання. У транспортній практиці використовують кілька видів швидкостей: миттєву, сполучення, технічну, експлуатаційну та швидкість потоку.

Миттєва швидкість V_a характеризує фактичне значення в конкретній точці дороги.

Швидкість сполучення V_c - це середнє відношення між довжиною маршруту та загальним часом поїздки. Темп руху (T) є зворотною величиною до швидкості сполучення:

$$T = 1/V_c$$

Реальна швидкість транспортного засобу залежить від комплексу чинників системи «водій – автомобіль – дорога – середовище». Максимальна конструктивна швидкість V_{max} досягається лише за ідеальних умов і короткий час. У звичайних умовах рух здійснюється з крейсерською швидкістю, що становить близько 70–80% від максимальної.

На вибір швидкості впливають такі чинники, як оглядовість дороги, щільність потоку, стан покриття, погодні умови та організація руху.

Технічна швидкість визначається як відношення пройденого шляху до часу руху з урахуванням коротких зупинок, спричинених організацією руху. Експлуатаційна швидкість - це відношення пройденої відстані до загального часу, який включає також зупинки, пов'язані з технологічним процесом перевезення.

Середня швидкість потоку характеризує узагальнений темп пересування всіх транспортних засобів на певній ділянці дороги протягом визначеного часу.

Залежність між швидкістю і щільністю виражається співвідношенням:

$$V_a = V_{св} (1 - K_n),$$

де $V_{св}$ – швидкість у вільних умовах руху;

K_n – коефіцієнт, що враховує вплив інтенсивності потоку (0,1).

Склад транспортного потоку. Структура транспортного потоку визначається співвідношенням транспортних засобів різних типів. Для руху кожного транспортного засобу необхідний простір, більший за його статичний габарит, адже для безпечної зупинки автомобіля потрібна певна дистанція, що залежить від швидкості та умов дороги.

Цю взаємозалежність характеризує динамічний габарит, тобто мінімальна довжина ділянки дороги, потрібна для безпечного руху автомобіля за умови екстреного гальмування транспортного засобу, який рухається попереду. Величина цього параметра змінюється залежно від типу транспортного засобу, технічного стану, стану дорожнього покриття та психофізіологічних характеристик водія.

Для урахування різного впливу транспортних засобів на загальний потік використовують коефіцієнти приведення (K_n), що визначаються як відношення динамічного габариту певного типу транспортного засобу до динамічного габариту легкового автомобіля. Тоді інтенсивність потоку у приведених одиницях обчислюється за формулою:

$$N_n = \sum \sum N_i K_i,$$

де N_i – фактична інтенсивність відповідного типу транспортних засобів;

K_i – відповідний коефіцієнт приведення.

Залежно від складу потоку виділяють:

- звичайний потік (30–70% легкових і 30–70% вантажних автомобілів),
- переважно вантажний (понад 70% вантажних),
- переважно легковий (понад 70% легкових).

Затримки руху. Затримкою в русі називають втрату часу транспортним засобом через зниження швидкості порівняно з оптимальною. Її можна визначити за формулою:

$$\Delta T = \int (1/V_{\phi} - 1/V_0) dl,$$

де **V_φ**, **V₀** – відповідно фактична і оптимальна швидкості сполучення.

Оптимальна швидкість - це така, що забезпечує мінімальні втрати часу, палива, зносу автомобіля та зменшує ризик ДТП. На практиці її зазвичай прирівнюють до дозволеної швидкості для даної ділянки дороги.

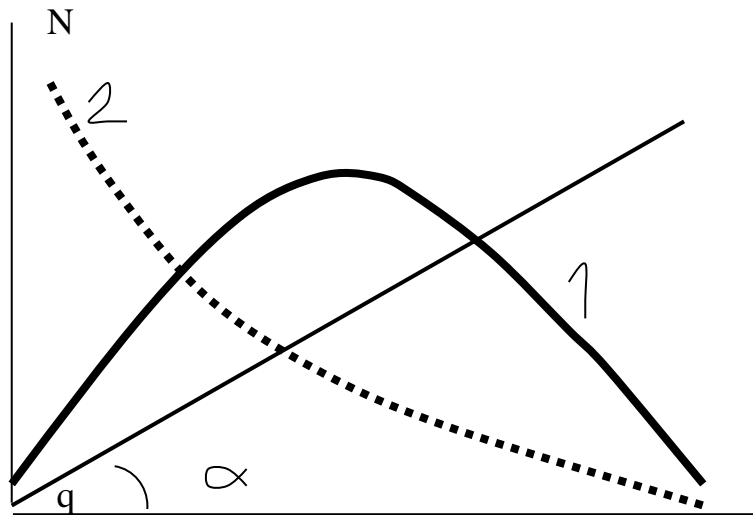
Сумарні часові втрати транспортного потоку визначаються як:

$$T = \Sigma N \Delta T;$$

де **ΣN** - сумарна інтенсивність руху.

Розрізняють затримки на перегонах (через маневрування, пішоходів, зупинки транспортних засобів тощо) і затримки на перехрестях, які виникають через перетин транспортних потоків різних напрямків.

Між інтенсивністю, швидкістю та щільністю існує взаємозв'язок, який описується основною діаграмою транспортного потоку.



(інт. - N, щільність - q)

$$1 - N = f(q);$$

$$2 - \delta = f(q)$$

N max – пропускна здатність

α – кут нахилу радіального вектору,
що характеризує Vc часу.

Рис. 2.2. Основна діаграма транспортного потоку.

Часовий інтервал між слідуючими один за одним транспортними засобами є величина, обернена інтенсивності руху:

$$T = 1 / N (x; t_1; t_2)$$

Дистанція між слідуючими один за одним транспортними засобами є величина обернена щільності руху

$$d = 1/(q (x_1; x_2; t)).$$

Час T, затрачений на проходження автомобілем відстані d, визначається відношенням

$$T_0 = d / v.$$

Підставивши в нього вираз для часового інтервалу і дистанції, отримаємо вираз, що пов'язує інтенсивність, щільність і швидкість.

$$N (x, t_1 \text{ і } t_2) = q (x_1; x_2 t) v (x_1; x_2 t)$$

У випадку однорідності потоку це співвідношення може бути записане як:

$$N = qv$$

Максимум кривої по діаграмі відповідає пропускній здатності. Тангенс кута нахилу радіального вектора, проведеного з початку координат в деяку точку кривої, характеризує середню швидкість потоку.

Отож опишемо діаграму. Із діаграми видно, що більше значення швидкості потоку відповідає меншому значенню щільності. Із збільшенням щільності, що перевищує значення пропускної здатності швидкість знижується до нуля, що призводить до затору. Затори бувають регулярні і нерегулярні. Регулярність заторів являється результатом перевищення пропускної здатності ділянки дороги. Зокрема, затори виникають в так званих вузьких місцях: значні ухили, криві малих радіусів в плані, звуження проїзної частини, примикання в'їздів на магістралі і ін.

Треба зазначити, що пропускна здатність дороги залежить від всієї системи дороги залежить від всієї системи дорожнього руху і характеризує в сукупності всі складові цієї системи (В–А– Д - С).

Під терміном “пропускна здатність” розуміється пропускна здатність системи (В – А – Д - С). Розглядаючи пропускну здатність з позицій забезпечення ефективності транспортного процесу, її визначення повинно вимагати не тільки поняття власного руху (інтенсивність, швидкість), але також і ін. затрати. Таким чином, визначення оптимальної пропускної здатності – задача перспективна. Розрахункове визначення пропускної здатності засновано на математичному моделюванні транспортних потоків. Оцінка пропускної здатності дороги різна для перегону і для пересічення доріг в даному рівні. При розрахунку пропускної здатності на перегоні може бути використана найпростіша динамічна модель, в якій потік транспортних засобів розглядається рівномірно розподіленим. Кожен автомобіль при русі займає на проїзній частині динамічний габарит, що включає шлях, пройдений за час реакції водія, і час спрацювання гальмівного приводу, різкість гальмівних шляхів лідера і інших автомобілів, а також довжину автомобіля:

$$D = Vt + V^2/2 (1/jn - 1/jn-1) + la$$

де V- це швидкість автомобіля ; t – це сумарний час реакції і час спрацювання гальмівного приводу; jn і jn-1 – це відповідно сповільнення лідера та інших автомобілів, la – це довжина автомобіля.

Отож, за вище вказаною формулою отримаємо:

$$D = 16 \times 1,3 + 16^2 / 2 (1/3,8 - 1/ 4) + 5 = 28,2 \text{ м.}$$

2.6 Розрахунок пропускної здатності проїзної частини

У зв'язку зі складністю процесу взаємодії транспортних засобів в потоці, використання динамічної моделі для розрахунку пропускної здатності дороги можливо до швидкостей не вище 80 км/год при однорідному складі потоку. Пропускна здатність багатосмугових вулиць не являється арифметичною сумою пропускної здатності кожної із смуг. Це пояснюється необхідністю маневрування для перебудови, поворотів і розвертання на пересіченні в одному рівні, зупинок. Крім того, при наявності регульованих перехресть в одному рівні відбуваються примусові затримки транспортних потоків на магістралі для пропуску транспортних засобів по напрямках, що переймаються. В цьому випадку розрахункова пропускна здатність багатосмугової міської магістралі:

$$P_m = P \cdot n \cdot \varepsilon \cdot \alpha$$

P – пропускна здатність при ідеальних умовах руху однієї смуги;

n – число смуг, ε – коефіцієнт багатосмуговості, α – коефіцієнт, що враховує вплив пересічення.

Розрахунок пропускної здатності проїзної частини вул. Василя Стуса

Теоретична пропускна спроможність однієї смуги:

$$N_T = 3600V/L$$

V – швидкість руху автомобілів.

L – найменша допустима відстань між автомобілями в стані руху.

Розрахункову величину L можна виразити таким чином:

$$L = l + l_{\text{без.}} + tV + V^2 / 2q(\varphi \pm i)$$

де l – довжина автомобіля (5 м), $l_{\text{без.}}$ – відстань безпеки між автомобілями, що зупинилися (3 м) . t - час гальмування переднього і заднього автомобіля (0,65 – 1 с), q – прискорення сили тяжіння – 9,81 м/с²; φ - коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з поверхнею проїзної частини вулиці (суха - 0,5, волога – 0,3, обледеніла – 0,1) , i – подовжній ухил.

$$L = 5 + 3 + 0,65 \times (V = 50 \text{ км/год}) + 14^2 / 2 \times 9,81 \times (0,5) = 37 \text{ м}$$

$$N_{\Gamma} = 3600 \times 14 / 37 = 1362 \text{ авто/год.}$$

При переході від величини теоретичної пропускної спроможності однієї смуги руху до розрахункової пропускної спроможності проїжджої частини вулиці, яка складається з кількох смуг руху, необхідно врахувати декілька коефіцієнтів: багатосмуговості ϵ , неоднорідності транспортного потоку і понижуючого ефекту перехресть α .

Коефіцієнт багатосмуговості слід приймати: при одній смузі руху – 1, при двох – 1,3, при трьох – 2,6, при чотирьох – 3,5.

При неоднорідному (змішаному) транспортному потоці необхідно привести його до стану однорідного за допомогою коефіцієнтів приведення: легкові авто. – 1, вантажні – 1,5 – 2,0, автобуси – 2,0 – 2,5, тролейбуси – 3,0, автобуси – 4,0.

Коефіцієнт α , який враховує зниження пропускної спроможності проїзної частини на перехрестях (за рахунок гальмування і розгону), в загальній формі визначається відношенням

$$\alpha = L_{\text{пер}} / (L_{\text{пер}} + (V^2/2a) + (V^2/2b) + ((t_{\text{чезв}} + 2t_{\text{чр}}/2) \times V)$$

де $L_{\text{пер}}$ – відстані між перехрестями

a - прискорення при розгоні (приймаємо 1,5 м/с²)

b – сповільнення під час гальмування (приймаємо 2,0 м/с²)

$t_{\text{чрв}}$, $t_{\text{ж}}$ – тривалість черв. і жовтої фаз світлофорів

$$\alpha = 2000/2000 + (14^2/2 \times 1.5) + (14^2/2 \times 2) + ((25 + 6/2) \times 11) = 0.8$$

Коефіцієнт α в основному залежить від відстані між перехрестями, його значення коливаються від 0,4 до 0,8.

З врахуванням вказаних коефіцієнтів формула розрахункової пропускної спроможності проїжджої частини вулиці(рух в одному напрямі)

$$N_p = N_{\Gamma} \times \epsilon \times \alpha.$$

Де N_{Γ} – теоретична пропускна спроможність однієї смуги руху;

ϵ – коефіцієнт багатосмуговості:

$$N_p = 1362 \times 1,3 \times 0,8 = 1416 \text{ од/год.}$$

2.6 Характеристика пішохідного руху

Треба зазначити, що пішохідний рух характеризується швидкістю, інтенсивністю та щільністю. Фізичний зміст цих показників аналогічний відповідним показникам транспортних потоків. Запишемо основні визначення.

Швидкість руху пішоходів залежить від віку, психофізіологічного стану людини, мети пересування, щільності потоку та коливається від 0,5 до 1,6 м/с.

Інтенсивність пішохідного потоку визначається числом пішоходів, що проходять через визначене січення дороги за одиницю часу.

Щільність пішохідного потоку визначається числом пішоходів, що приходяться на квадратний метр площі. Щільність являється величиною, що характеризує рівень обслуговування пішохідного шляху, і як міра його рівня виражається площею S .

Інтенсивність, щільність і швидкість пішохідного потоку взаємозалежні.

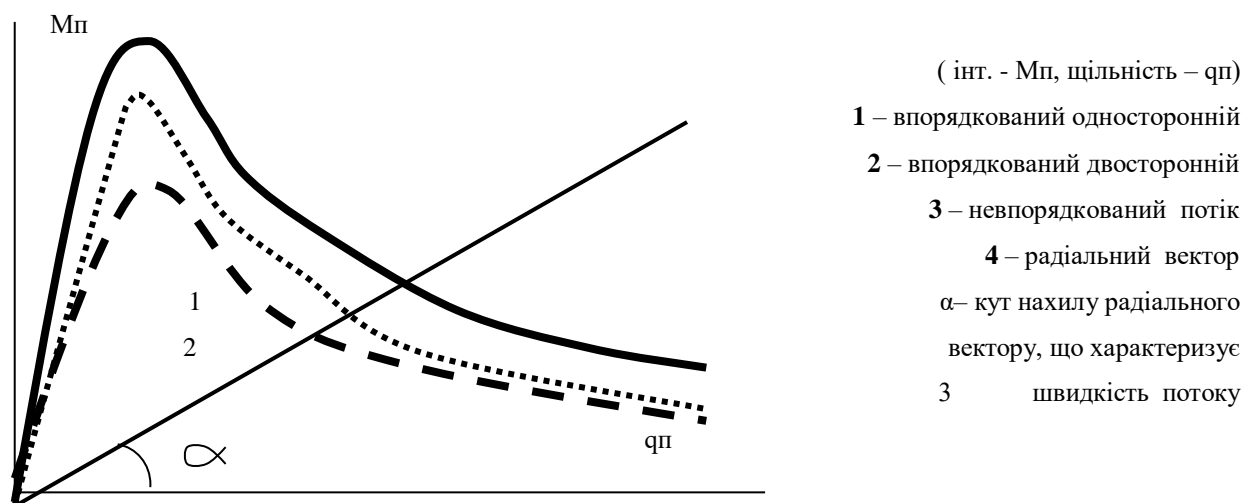


Рис. 2.3. Основна діаграма пішохідного потоку.

Середня швидкість потоку може бути визначена, як відношення питомої інтенсивності до щільності потоку.

На основній діаграмі пішохідного потоку видно, що при невеликій його щільності швидкості руху пішоходів можуть мати значні коливання.

Треба зазначити, що у випадку щільного потоку, швидкості вирівнюються, а рух носить взаємопов'язаний характер, внаслідок цього інтенсивність руху падає. Із збільшенням щільності швидкість пішоходів також падає через необхідність мінімуму площі 2,5 м² на кожного пішохода.

2.7 Розрахунок ширини проїзної частини вул. Василя Стуса

Встановивши пропускну спроможність однієї смуги руху і знаючи інтенсивність транспортного потоку на розрахунковий період, визначаємо необхідну кількість смуг проїзної частини діленням загальної розрахункової чисельності автомобілів в транспортному потоці на пропускну спроможність однієї смуги.

$$n = 1700 / 980 = 2$$

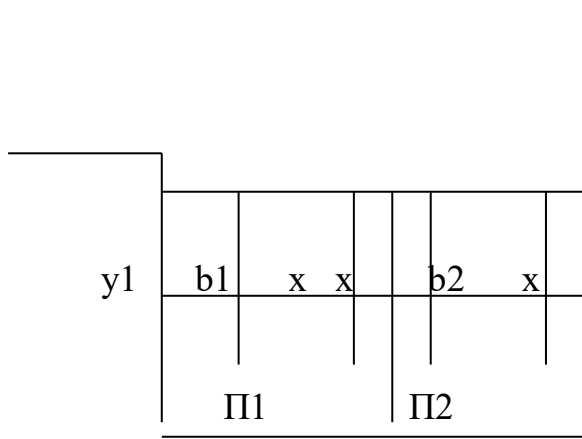
Більш правильним рішенням слід признати таке, при якому (якщо це можливо), визначається необхідна кількість смуг для однорідного транспорту. На магістральній вулиці кількість таких смуг можна визначити окремо для громадського транспорту, для легкових і вантажних автомобілів, якщо кількість однорідних автомобілів перевищує пропуску спроможність однієї смуги руху. При недостатній кількості однорідних автомобілів розраховується необхідна кількість смуг для транспортного потоку, що складається з змішаних типів автомобілів, шляхом приведення його до одного розрахункового виду автомобіля.

Необхідна ширина однієї смуги проїзної частини залежить від габариту автомобілів по ширині (b), від величини бокових зазорів (x), необхідних для забезпечення безпеки руху.

В ширина проїзної частини вулиці в м.

$$B/2 = П1 + П2,$$

де П1, П2, – ширина смуг руху в м.



$$\text{П1} = b_1 + x + y_1 \quad \text{П2} = b_2 + 2x$$

де b_1, b_2 , - це ширина автомобілів в м;

x – це відстань між кузовом автомобіля та суміжною смугою, по якій проходить попутній транспорт, в м.

$$X = 0,35 + 0,005V,$$

V - це швидкість в км/год., (приймаємо $V = 45$ км/год.)

$$X = 0,35 + 0,005 \times 45 = 0,58$$

y_1 – це відстань від кузова до краю проїзної частини, м

y_2 – це відстань від кузова автомобіля до суміжної смуги, по якій проходить транспорт, в м.

$$y_1 = y_2 = 0,5 + 0,005V; \quad y_1 = y_2 = 0,5 + 0,005 \times 45 = 0,73$$

Ширину автомобілів можна встановити залежно від типів експлуатованих і передбачених на перспективу або до габаритів нових автомобілів:

- це легкові автомобілі(мікроавтобуси).....2,4 м
- це вантажні2,65 м
- це автобуси і тролейбуси2,7 м

Величини необхідних зазорів між автомобілем що рухає x і між заднім автомобілем і бортом x можуть бути встановлені на основі вимірів і масових спостережень за рухом автомобілів різних габаритів і в різних умовах. Ці величини залежать в першу чергу від швидкості руху автомобілів.

$$\text{П1} = 2,70 + 0,58 + 0,73 = 4,019(\text{м})$$

$$\text{П2} = 2,65 + 2 \times 0,58 = 3,8(\text{м})$$

Звідси, приймаємо за рахунок змінності складу потоку на цій вулиці $p_2 = 3,75$ м.

По вул. Василя Стуса по кромці проїзної частини встановлений бортовий камінь, тому y_1 (зазор між бортом автомобіля і бортовим каменем) збільшиться на 1,5-2,5 висоти каменя.

Тому ширину смуги $П_1$ приймаємо 4,25 м.

Отже, ширина проїзної частини становитиме: $B = 2 \times (П_1 + П_2)$

$$B = 2 \times (4,25 + 3,75) = 8,0(\text{м}).$$

Висновок до розділу 2: У даному розділі наведено основні конструктивні рішення щодо «Проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м.Трускавець» [1].

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ

3.1 Основні положення по організації будівництва

Треба відмітити, що для розробки «Проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м.Трускавець» [1], необхідно використовувати такі види нормативних документів, а саме:

- «ДБН А.3.1- 5 – 2016. Організація будівельного виробництва» [3];
- «ДБН В.2.3-4-2015. Автомобільні дороги» [2];
- «СН 494. Норми потреб у будівельних машинах» [4];
- «Правила приймання в експлуатацію закінчених будівництвом (реконструкцію) автомобільних доріг» [5];
- «Методичні вказівки щодо визначення потреби в матеріалах, конструкціях та деталях у складі проектної документації на будівництво»[6].

Отож, згідно із діючими нормативними документами, я використовував наступні вихідні дані, саме для складання (ПОБ), тобто:

- «прийняті проектні рішення;
- погодження зацікавлених підприємств;
- обсяги і технології виконання робіт;
- схема забезпечення будівельними матеріалами» [3].

У даній роботі я виконую «реконструкцію ділянки вулиці Василя Стуса в м. Трускавці» [1] за параметрами магістральної вулиці, загальною довжиною, яка становить – 1,2 км із вдосконаленим капітальним типом покриття, тощо.

3.2. Технологія влаштування асфальтобетонного покриття

При розробці випускної кваліфікаційної роботи магістра розглядається «Проект реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м. Трускавці» [1].

Треба відмітити, що було розроблено дві конструкції дорожнього одягу. Зокрема, при поширенні існуючого дорожнього одягу його конструкція буде мати такий вигляд:

- «піщано-гравійна суміш згідно ВБН В2.3.-218-189-2005 – 0,37 м;

- щебенева суміш С-4 за ДСТУ Б В.2.7-30-2013 – 0,16 м;
- щебенево-піщана суміш С-5 оброблена цементом М400 в установці згідно ВБН В2.3.-218-189-2005 – 0,1 м;
- розлив бітумної емульсії – 0,3 л/м²;
- асфальтобетон АБ.НШ.Кр.Щ.Б.НП.ІІ ДСТУ Б.В 2.7 -119-2003 – 0,08 м;
- розлив бітумної емульсії – 0,3 л/м²;
- гарячий щебенево-мастиковий асфальтобетон типу ЩМА–15 на бітумі БНД 60 / 90 модифікованому з застосуванням полімербітумних добавок і ПАР згідно з ДСТУ Б В.2.7-127-2006 – 0,05 м» [2].

А при посиленні існуючого дорожнього одягу, конструкція дорожнього одягу буде мати такий вигляд:

- «вирівнюючий шар із матеріалу від фрезування існуючого асфальтобетонного покриття з додаванням щебеневої суміші С-5, бітумної емульсії та цементу – 0,08 м;
- розлив бітумної емульсії – 0.3 л / м²;
- асфальтобетон АБ.НШ.Кр.Щ.Б.НП.ІІ ДСТУ Б.В 2.7 -119-2003 – 0,08 м;
- розлив бітумної емульсії – 0.3 л / м²;
- гарячий щебенево - мастиковий асфальтобетон типу ЩМА – 15 на бітумі БНД 60 / 90 модифікованому з застосуванням полімербітумних добавок і ПАР згідно з ДСТУ Б В.2.7-127-2006 – 0,05 м» [2].

Отож, відповідно нормативів, запишемо основні вимоги до влаштування асфальтобетонного покриття. Зокрема, асфальтобетонний шар укладають відповідно до встановлених вимог, тобто: температура зовнішнього повітря під час робіт має бути не нижчою за +5 °С у весняний період та не меншою за +10 °С восени.

Перед початком укладання покриття повинні бути повністю завершені роботи з улаштування основи або нижнього шару асфальтобетону, а також здійснено їх приймання згідно з чинними нормами дорожнього будівництва.

Основа повинна бути очищена від пилу, бруду та інших дрібних включень механізованою щіткою або вручну. Кромки раніше укладених шарів у місцях

примикання попередньо обробляють бітумом марки БНД 90/130. Ці операції виконуються робітниками 2–3 розряду. Машиніст асфальтоукладальника перед роботою оглядає бункер подачі, шнеки та всі вузли механізму, переконуючись, що в обладнанні відсутні залишки застиглої суміші.

Асфальтобетонна суміш на момент укладання повинна відповідати вимогам чинних ДСТУ та мати температуру не нижче +130 °С. Укладання відбувається двома паралельними смугами шириною «захватки» 4,25 м. Після завершення першої смуги укладальник розвертається на внутрішній захватці і переходить до формування наступної.

У процесі виконання робіт бригади здійснюють такі технологічні операції:

- «Дорожній робітник 3-го розряду подає сигнал водію автосамоскида для під'їзду, приймає суміш у бункер та одразу очищає кузов від залишків.

- Оператор укладальника контролює роботу механізму, регулює товщину шару та стежить за рівномірною подачею суміші до шнеків. У разі короткої затримки у доставці матеріалу він залишає певну кількість у бункері для безперервності роботи.

- Робітник 3-го розряду після проходу машини виправляє незначні дефекти: заповнює дрібні нерівності сумішшю, усуває надлишки або нестачу матеріалу по краях, прибирає випадково потраплені непридатні частини та вирівнює поверхню гладилкою.

- Робітник 2-го розряду формує ґрунтовий валик уздовж кромки шару або ущільнює пазухи між покриттям та бортом корита.

- Дорожні робітники 4-го розряду виконують остаточне формування стиків між смугами, перевіряють рівність, додають або зрізають надлишки матеріалу по всій ширині смуги.

- Працівники 5-го розряду приймають суміш, перевіряють її об'єм і якість, контролюють товщину укладених шарів, регулюють положення вигладжувальної плити укладальника та визначають порядок ущільнення покриття катками» [3-5].

3.3. Особливості організації робіт при реконструкції вулиці

Треба зазначити, що під час проведення «реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м. Трускавці» є деякі характерні основні особливості, а саме:

- на період проведення реконструкції необхідно забезпечити задовільні умови руху транспортних засобів загального користування, а у ряді випадків зі значною інтенсивністю;
- деколи є незручно, а іноді і навіть неможливо використовувати при деяких роботах, звичайні механізми, та засоби механізації;
- деколи є необхідно розробляти, а також застосовувати індивідуальні (нетипові) технологічні прийоми та рішення;
- деколи може бути підвищена енергоємність та підвищена вартість (собівартість) для одиниці будівельної продукції – довжини влаштованої ділянки вулиці.

3.4 Визначення об'ємів робіт для укладання конструктивних шарів дорожнього одягу

Для обчислення об'ємів робіт, я використовував діючі нормативні документи. Для цього треба було визначити такі технологічні параметри:

Спершу я порахував площу F_i , на якій будемо укладати конструктивні шари дорожнього одягу:

$$F_i = L \cdot B_i \quad (3.1)$$

де L - то буде довжина ділянки дороги;

B_i - то буде ширина конструктивного шару дорожнього одягу, у м, тощо.

Потім я обчислив об'єми робіт для влаштування конструктивних шарів дорожнього одягу на усій ділянці цієї дороги, яка проєктується $L_{заг} = 1293$ м, а захватка становить - 100м.

Потім я визначив, що для верхнього шару покриття – тобто це є «гарячий щебенево-мастиковий асфальтобетон типу ЩМА–15 на бітумі БНД 60 / 90

модифікованому з застосуванням полімербітумних добавок і ПАР згідно з ДСТУ Б В.2.7-127-2006 – 0,05 м» [2-3] шириною, буде:

$$B_{\text{щ}} = 9,25 \cdot 2 = 18,5\text{м} \quad (3.2)$$

$$F_{\text{щ}}^{\text{заг}} = 100 \cdot 18,5 = 1850\text{м}^2$$

Отож, із вище зазначеного розрахунку, для товщини шару - 5см, я отримав таке значення:

« $96,6 \text{ т} + 2 \cdot 12,1 = 120,8 \text{ т}$ – тобто це є кількість асфальтобетону;

$0,0108 \text{ т} + 2 \cdot 0,0014 = 0,0136 \text{ т}$ – тобто це є кількість бітуму» [2].

Далі, нам потрібно порахувати, необхідну кількість матеріалів для улаштування верхнього шару дорожнього одягу. Тобто у моєму випадку – це буде «гарячий щебенево-мастиковий асфальтобетон типу ЩМА–15 на бітумі БНД 60 / 90 модифікованому з застосуванням полімербітумних добавок і ПАР згідно з ДСТУ Б В.2.7-127-2006 – 0,05 м» [2-3]:

1. «гарячий щебенево-мастиковий асфальтобетон типу ЩМА–15 на бітумі БНД 60 / 90 модифікованому з застосуванням полімербітумних добавок і ПАР згідно з ДСТУ Б В.2.7-127-2006 – 0,05 м» [2]:

$$Q_{a/b.}^{\text{заг}} = \frac{50505}{1000} \cdot 120,8 = 6101,00\text{т}$$

$$Q_{a/b.}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 120,8 = 2234\text{т}$$

$$Q_{a/b.}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 120,8 = 223,4\text{т} \gg [2].$$

2. «Бітум нафтовий дорожній МГ і СГ (рідкий)» [2-3]:

$$Q_{\text{біт.}}^{\text{заг}} = \frac{50505}{1000} \cdot 0,0136 = 0,69\text{т}$$

$$Q_{\text{біт.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 0,0136 = 0,25\text{т}$$

$$Q_{\text{біт.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 0,0136 = 0,02m \gg [2].$$

3. «Поковки із квадратних заготовок» [2-3]:

$$\ll Q_{\text{п-ки}}^{\text{заз}} = \frac{50505}{1000} \cdot 0,0062 = 0,31m.$$

$$Q_{\text{п-ки}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 0,0062 = 0,11m$$

$$Q_{\text{п-ки}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 0,0062 = 0,011m \gg [2].$$

4. «Бруски обрізні із хвойних порід, III сорту (4000/100/50)» [2-3]:

$$\ll Q_{\text{бр.}}^{\text{заз}} = \frac{50505}{1000} \cdot 0,15 = 7,58m^3$$

$$Q_{\text{бр.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 0,15 = 2,77m^3$$

$$Q_{\text{бр.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 0,15 = 0,28m^3 \gg [2].$$

Далі треба обчислити, необхідну кількість матеріалів для укладання нижнього шару покриття дорожнього одягу. У моєму випадку – це є «щебенекий асфальтобетон крупнозерникий пористий, товщиною 8 см, згідно із ДСТУ Б.В 2.7 - 119-2003, група 53, вимірник 1000 м²» [7]:

Із вище описаного, для товщини шару у 8 см будемо мати таке:

$$95,8 + 12 \cdot 12,0 = 239,8 \text{ т} - \text{це є кількість асфальтобетону};$$

$$0,0108 + 12 \cdot 0,0014 = 0,0276 \text{ т} - \text{це є кількість бітуму}.$$

1. «Гарячий асфальтобетон щебенекий пористий крупнозерникий» [2-3]:

$$\ll Q_{\text{а/б.}}^{\text{заз}} = \frac{50505}{1000} \cdot 239,8 = 12111m$$

$$Q_{\text{а/б.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 239,8 = 4436,3m$$

$$Q_{\text{а/б.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 239,8 = 443,6m \gg [2].$$

2. «Бітум нафтовий дорожній МГ і СГ (рідкий)» [2-3]:

$$\ll Q_{\text{біт.}}^{\text{заз}} = \frac{50505}{1000} \cdot 0,0276 = 1,39m$$

$$Q_{\text{бит.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 0,0276 = 0,51m$$

$$Q_{\text{бит.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 0,0276 = 0,05m \gg [2].$$

3. «Поковки з квадратних заготовок» [2-3]:

$$\ll Q_{\text{п-ки}}^{\text{зах}} = \frac{50505}{1000} \cdot 0,0062 = 0,31m.$$

$$Q_{\text{п-ки}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 0,0062 = 0,11m$$

$$Q_{\text{п-ки}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 0,0062 = 0,011m \gg [2].$$

4. «Бруски обрізні з хвойних порід, III сорту (4000/100/50)» [2-3]:

$$\ll Q_{\text{бр.}}^{\text{зах}} = \frac{50505}{1000} \cdot 0,15 = 7,58m^3$$

$$Q_{\text{бр.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 0,15 = 2,77m^3$$

$$Q_{\text{бр.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 0,15 = 0,28m^3 \gg [2].$$

А, далі нам треба обчислити показники для верхнього шару основи із щебенево-піщаної суміші С-5, що оброблена цементом М400 в установці згідно ВБН В2.3.-218-189-2005 – 0,1 м» [7]. Тому, далі порахуємо для укладання верхнього шару основи:

1. «Щебінь марки М 800, фр. 40-70 мм» [7]:

$$\ll Q_{\text{щ.}}^{\text{зах}} = \frac{50505}{1000} \cdot 189 = 9545,44m^3$$

$$Q_{\text{щ.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 189 = 3496,5m^3$$

$$Q_{\text{щ.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 189 = 350,1m^3 \gg [2].$$

2. «Щебінь марки М 800, фр. 10-20мм» [7]:

$$\ll Q_{\text{щ.}}^{\text{заз}} = \frac{50505}{1000} \cdot 15 = 757,5 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{щ.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 15 = 277,5 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{щ.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 15 = 27,75 \text{ м}^3 \gg [2].$$

3. Вода:

$$\ll Q_{\text{в.}}^{\text{заз}} = \frac{50505}{1000} \cdot 30 = 1515,15 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 30 = 555 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 30 = 55,5 \text{ м}^3 \gg [2].$$

А далі, нам треба обчислити «показники для нижнього шару основи із щебеневої суміші С-4 за ДСТУ Б В.2.7-30-2013 – 0,16 м» [7].

Тому далі обчислимо для укладання нижнього шару основи – це буде щебенева суміш товщиною 16 см.

1. «Щебінь марки М 800, фр. 40-70мм» [7]:

$$\ll Q_{\text{щ.}}^{\text{заз}} = \frac{50505}{1000} \cdot 189 = 9545,44 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{щ.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 189 = 3496,5 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{щ.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 189 = 350,1 \text{ м}^3 \gg [2].$$

2. Вода:

$$\ll Q_{\text{в.}}^{\text{заз}} = \frac{50505}{1000} \cdot 20 = 1010,1 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{км}} = \frac{18500}{1000} \cdot 20 = 370 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{зах}} = \frac{1850}{1000} \cdot 20 = 37,0 \text{ м}^3 \gg [2].$$

Далі, згідно із розрахунками, із метою, улаштування розливу в'язучого в кількості – 0,3 л/м² буде треба - 151,5 т бітуму «нафтового дорожнього МГ и СГ, рідкого» [7].

Усі відомості потрібних ресурсів для улаштування шарів дорожнього одягу наведено у додатку А (див. таблиці 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5).

3.3 Технологія улаштування асфальтобетонного покриття

Відомо, що за діючими нормативами, асфальтобетонне покриття треба укладати при температурі повітря, щоб була б не нижче, за +5°C навесні і не нижче за +10°C восени.

Також відомо, що основа або нижній шар асфальтобетонного покриття повинен бути улаштований та прийнятий відповідно до правил прийому робіт, згідно із діючими нормативними документами.

«Перед влаштуванням покриття механічною щіткою ретельно очищають від бруду та пилу основу, а краї раніше укладеного асфальтобетону в місцях сполучення обробляють і змащують бітумом марки БНД 90/130 дорожнім робочим 2-го розряду. Машиніст асфальтоукладальника при підготовці машини до роботи оглядає живильник і шнеки укладальника і переконується в тому, що там немає залишків застиглої суміші» [7].

Взагалі треба відмітити, що відповідно до діючих ДСТУ та ДБН, уся асфальтобетонна суміш має при початку укладання мати температуру не нижче за +130°C. Крім того, при укладанні асфальтоукладальником, дана суміш має укладатися двома смугами, шириною - по 4,25 м. При цьому, після укладання однієї смуги, асфальтоукладчик має повернутися та почати укладати наступну смугу.

Також, варто відмітити, що під час укладання суміші, робочі бригади здійснюють наступні види робіт, зокрема:

- «дорожній робочий 3-го розряду біля бункера укладальника дає сигнал на підхід автосамоскида з сумішшю, приймає суміш в бункер і очищає кузов від залишків суміші. Машиніст укладальника управляє роботою машини, при цьому регулює товщину шару суміші на живильнику і спостерігає за тим, щоб до

розподільного шнека суміш поступала рівномірно без перерв і у країв шнека не утворювався надлишок або недостача суміші. При короткочасній перерві в доставці суміші машиніст залишає частину суміші в бункері до підходу наступної машини з сумішшю» [7].

- «дорожній робочий 3-го розряду після проходу укладальника на укладеному шарі закладає раковини і задири дрібною сумішшю, видаляє або досипає бракуючу суміш на краях шару і усуває інші дефекти, а також видаляє неякісну суміш, що випадково потрапила, і загладжує суміш гладилкою» [7].

- «дорожній робочий 2-го розряду у кромки шару створює упорний валик з ґрунту 40-50 см або забиває ґрунтом пазухи між кромкою шару і бортом корита. Роботу по укладанню суміші завершує дорожній робочий 4-го розряду, який закладає місця сполучення смуг, перевіряє рівність. У місцях сполучення смуг він додає бракуючу або зрізає зайву суміш по всій ширині смуги» [7].

- «дорожній робочий 5-го розряду приймає суміш, перевіряє її кількість і якість, контролює товщину шару, що укладається, регулює положення вигладжуючої плити укладальника і дає вказівки про порядок ущільнення суміші катками» [7].

3.4 Основні заходи для підвищення безпеки руху

Отож, моя проєктна ділянка дороги є плавною лінією із великими радіусами горизонтальних кривих та має незначний поздовжній ухил, це має не значний вплив на швидкість та безпеку руху.

Також, для поліпшення безпеки руху, у своєму проєкті я планував виконання таких заходів, а саме:

- тобто це є доведення існуючої дороги до нормативів магістральної дороги районного значення при розрахунковій швидкості руху у - 70 км/год;
- тобто це є викристання асфальтобетону зі збільшеним вмістом щебеню;
- тобто це є влаштування укріплених смуг на проїзді кромки проїзної частини дороги;
- тобто це є укріплення узбіч та укосів усього земляного полотна;

- тобто це є огороження проїзної частини сигнальними стовпчиками із пластмаси.

Треба зауважити, що у місцях влаштування труб та на перетинах також і примиканнях, а також у тих місцях дороги, де насип буде перебільшувати - 2 м, необхідно буде проводити такі заходи:

- тобто це є улаштування металевого бар'єрного огороження, що на розділювальній смузі, воно виконується у межах перетинань та примикань, зокрема;

- тобто це є вуличне освітлення дороги у с. Улашанівка;

- тобто це є улаштування перехідно-швидкісних смуг, що на примиканнях, за умови, якщо інтенсивність руху буде більшою за - 50 авто/добу.

Також, задля збільшення безпеки руху, уся дорога облаштовується знаками та вказівниками, крім того і сигнальними стовпчиками, та розміткою проїзної частини.

Усі необхідні дані по встановленню дорожніх знаків та улаштуванню розмітки я зобразив на кресленнях графічної частини.

3.5 Будівельний генеральний план

Мною було розроблено будівельний генеральний план на період повного розгортання робіт. Зокрема, на даному будгенплані є відображено усі потрібні для будівництва інвентарні та тимчасові будівлі, а також і складські приміщення на будівельному майданчику, тощо.

3.5.1 Обчислення потреби у інвентарних будинках

Отож, для обчислення площі тимчасових будівель та споруд спочатку треба визначити максимальну кількість працюючих на будмайданчику. А потім треба буде використати нормативні площі на одну людину, для обчислення загальної площі тимчасових будівель та споруд.

Усю загальну кількість працюючих я визначав у табличній формі, (додаток А).

А розрахунок площі тимчасових будівель буде наведено у таблиці 3.7, теж у додатку А.

На будівельному майданчику використовуються тимчасові будівлі. Для усіх цих тимчасових споруд я склав експлікацію, яка наведена у додатку А, див. табл. 3.8.

3.5.2 Розрахунок площі складських приміщень та площадок для інертних матеріалів

Відомо, що площу складів треба обчислювати за кількістю матеріалів, що будуть використовуватися на будівництві:

$$Q_{зан} = Q_{заг} / T \cdot \alpha \cdot n \cdot k$$

де $Q_{зан}$ - тобто це є запас матеріалів на складі;

$Q_{заг}$ - тобто це є загальна кількість матеріалів, що є необхідні для будівництва;

T – тобто це є тривалість розрахункового періоду, у днях;

$\alpha = 1,1$ – тобто це є коефіцієнт нерівномірного надходження будівельних матеріалів на склади буд.майданчика;

$k = 1,3$ – тобто це є коефіцієнт нерівномірності витрати будівельних матеріалів.

Отож, із вище написаного треба обчислити, корисну площу складу F (без проходів), за наступним виразом:

$$F = Q_{зан} / q$$

де q – тобто це є кількість матеріалів, які будуть складуватися на 1 м^2 складу.

Отож, звідси, загальна площа складу буде обчислюватися за таким виразом:

$$S = F / \beta$$

де β - тобто це є коефіцієнт на проходи, між складеними будматеріалами.

3.5.3 Розрахунок водопостачання на будівельному майданчику

Отож, для початку треба обчислити господарські витрати води на годину за таким виразом:

$$Q_{зосн} = \frac{N \cdot D \cdot K_1}{n \cdot 1000} = \frac{45 \cdot 60 \cdot 2,7}{8 \cdot 1000} = 0,91 \text{ м}^3,$$

де $N = 45 \text{ чол.}$ – тобто це є максимальна кількість працюючих у зміну;

$D=60$ літрів – тобто це є питомі витрати води на одного працюючого за зміну;

$K_1=2,7$ – тобто це є сталий коефіцієнт нерівномірності водопостачання на годину;

$n=8$ год. – тобто це є число годин у зміну.

Після цього, треба порахувати виробничі витрати води за годину, тобто:

$$Q_{\text{вироб.}} = \frac{\rho_{\text{пр}} \cdot D \cdot K_2}{n \cdot 1000} =$$
$$= \frac{(99,6 + 168,2 + 1101 + 686,7 + 756,5) \cdot 1760 \cdot 1,6}{8 \cdot 1000 \cdot 35} = 28,3 \text{ м}^3$$

де $\rho_{\text{пр}}$ - тобто це є обсяг роботи, яка виконується у зміну;

D – тобто це є питома витрата води за одиницю обсягу роботи, у л;

$K_2=1,6$ – тобто це є коефіцієнт нерівномірності водопостачання.

Також, треба визначити споживання води за годину для охолодження ДВЗ:

$$Q_{\text{ДВ}} = \frac{1,2 \cdot W_t \cdot N}{1000} = \frac{1,2 \cdot 85 \cdot (180 + 50 + 108)}{1000} = 34,5 \text{ м}^3$$

де W_t - тобто це є питомі витрати води на 1 к.с., від потужності двигунів внутрішнього згорання;

N – тобто це є потужність двигуна.

Далі треба буде обчислити сумарні витрати води на виробничі та на господарські потреби, за виразом:

$$\sum Q = Q_{\text{зосн}} + Q_{\text{вир}} + Q_{\text{ДВ}} = 0,91 + 28,3 + 34,5 = 63,7 \text{ м}^3$$

Далі, по алгоритму рахуємо, розрахункові секундні витрати води, які будуть становити:

$$q_{\text{розр}} = \frac{\sum Q \cdot 1000}{3600} + q_{\text{пож}} = \frac{63,7 \cdot 1000}{3600} + 10 = 27,8 \text{ л/с}$$

де $q_{\text{пож}} = 10$ л/с – тобто це є витрати води на протипожежні потреби.

Звідси я обчислив діаметр водопровідної лінії, за таким виразом:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{розр}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 27,8 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 153 \text{ мм}$$

де V – тобто це є швидкість руху води, у м/с.

Отже, згідно усіх проведених розрахунків, я приймаю такий діаметр труби - $\varnothing 150$ мм.

Висновки до розділу 3. У даному розділі наведено основні заходи із технології та організації будівництва щодо «Проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м.Трускавець» [1].

РОЗДІЛ 4

ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

4.1. ОБЛАШТУВАННЯ ДОРОГИ

4.1.1. Дорожні знаки

Під час розроблення проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в місті Трускавець велика увага була приділена забезпеченню безпеки руху т/з (транспортних засобів) та і пішоходів, інформуванню користувачів щодо умов і режимів руху на вулиці.

Треба зазначити, що основним елементом для забезпечення безпеки при організації дорожнього руху є дорожні знаки. Вони монтуються зображенням назустріч руху з правого боку проєктованої ділянки вулиці на спеціальних і єдиних для даного маршруту стояках. Деякі види знаків дублюються – знаки пріоритету і вказівні знаки «Пішохідний перехід».

Також, застосовано для дорожніх знаків світлоповертальну плівку із високоінтенсивним алмазним типом. Крім того, конструкція запроєктованих дорожніх знаків, а також опор для цих знаків – виконуються із антикорозійним захистом.

Треба відмітити, що при монтажі знаків дорожнього руху необхідно дотримуватися вимог «ДСТУ 4100-2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. Щодо відстаней, як по горизонталі (із брівки узбіччя або кромки проїздної частини до краю знака), так і по вертикалі (з площини поверхні дорожнього покриття до відмітки нижньої грані знаку). В містах під час встановлення на опори – на висоті 2...4 м» [8].

Дорожні знаки, що згідно розробленого проекту відносяться до перехресть і до примикань (крім попередніх показників для напрямку руху) монтує у відповідності з розробленим проєктом ОДР – організація, що утримує, а також обслуговує проєктовану вулицю. На перехрестях при однаковій категорії та типу вулиці – монтує організація, що здійснює обслуговування вулиці, на якій інтенсивність руху транспорту є більшою, ніж на вулиці, яка перетинається.

Основні відомості щодо використаних дорожніх знаків подані в табл. 4.1.

Відомість дорожніх знаків

Група дорожніх знаків	№ знака згідно з ДСТУ 4100-2002	Щитки		Стойки		Примітка
		К - сть	Розмір	К - сть	Марка	
1	2	3	4	5	6	7
Попереджувальні	1.19	1	A 900	1	C-КТр/40-М4.0	
	1.24	2	A 900	2	C-КТр/40-М4.0	
Пріоритету	2.1	4	A 900	4	C-КТр/70-М5.0	
	2.3	2	B 700	1 1	C-КТр/70-М5.0 C-КТр/53-М4.5	
Заборонні	3.34	2	D 700	2	C-КТр/40-М4.0	
Наказові	4.1	1	D 700	1	C-КТр/40-М4.0	
	4.7	2	D 700	2	C-КТр/53-М4.5	
	4.9	1	D 700	1	C-КТр/53-М4.5	
	4.10	1	D 700	—	—	1 дод. кріплення
Інформаційно - вказівні	5.7.1	1	350x1050	—	—	1 дод. кріплення
	5.16	2	B 700	2	C-КТр/53-М4.5	
		2	700x1400	2	C-КТр/70-М4.5	
	5.20.3	1	B 700	1	C-КТр/53-М4.5	
	5.21.1	1	B 700	1	C-КТр/53-М4.5	
	5.35.1	5	B 700	5	C-КТр/53-М4.5	3 дод. кріплення
		3				
	5.35.2	4	B 700	4	C-КТр/53-М4.5	
	5.41	2	600x900	2	C-КТр/53-М4.5	
	5.45	1	672x2038	2	C-КТр/53-М4.0	
	5.45	1	672x994	1	C-КТр/53-М4.0	
	5.46	1	672x994	1	C-КТр/53-М4.0	
5.51	1	3502x3615	2	C-КТр/152-М6.5		
5.54	1	3568x3516	2	C-КТр/152-М6.5		
Табличкі до дор.знаків	7.8	1	B 700	—	—	1 дод. кріплення
індивід.щиток		3	1000x500	—	—	3 дод. кріплення
Всього:		46		40		

4.1.2. Дорожня розмітка

Треба зазначити, що до дорожньої розмітки відносяться лінії, написи та інші позначення на проїзній частині траси (при удосконаленому твердому покритті), на бордюрах та елементах дорожніх споруд, що застосовуються самостійно і поєднуються з дорожніми знаками або із світлофорами. Зокрема, усі ці лінії виконуються відповідно до діючого «ДСТУ 2587-2021 Розмітка дорожня» [9].

Також треба відмітити, що уся дорожня розмітка поділяється на дві групи, а саме: на горизонтальну та на вертикальну. Тобто, горизонтальна розмітка – це є лінії, написи, стріли, а також ще інші позначення. Також, розмітка ділиться на наступні види: поздовжню, поперечну, та наноситься на поверхню проїзної частини автомобільної дороги із твердим покриттям.

Відомість влаштування дорожньої розмітки наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Відомість влаштування дорожньої розмітки

№ розмітки згідно з ДСТУ 2587-94	Обсяг		Площа, м ²	Примітка
	Довжина, м	Кількість, шт		
1.1	2100	-	210.0	ширин. 0.10 м
1.5	720	-	18.0	ширин. 0.10 м
1.6	55	-	4.125	ширин. 0.10 м
1.7	168	-	8.4	ширин. 0.10 м
1.8	136	-	6.8	ширин. 0.20 м
1.11	55	-	9.625	
1.12	40.25	-	16.1	ширин. 0.40 м
1.13	8	-	2.255	
1.14.1	20	-	15.0	ширин. 2.5 м
1.14.3	45.5	-	12.285	
1.16.1	-	5	16.0	
1.16.2	-	5	18.5	
1.16.3	-	3	11.85	
1.18 а	-	4	2.88	L=3.0 м
1.18 б	-	4	3.64	L=3.0 м
1.18 в	-	4	5.24	L=3.0 м
1.19	-	1	0.98	L=3.0 м
1.20	-	2	4.5	
2.3	-	3	1.5	
Всього:			367.68	

4.3. Дорожні огороження та напрямні пристрої

Треба зазначити, що під час реалізації «проєкту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в місті Трускавець» [1] огороження дорожні, а також напрямні пристрої встановлюються згідно із вимогами діючого нормативного документа –

« ДСТУ Б В.2.3-12-2004 Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу загальні технічні умови» [10], а також ще відповідно до вимог «ДСТУ Б В.2.3-9-2003. Пристрої дорожні напрямні загальні технічні умови» [11].

Поряд зі штучними спорудами ще запроєктовано встановлення також напрямних пластмасових стовпчиків.

Слід зазначити, що організація дорожнього руху у місцях проведення дорожньо-будівельних робіт, а також виконання огороження тих місць де будуть здійснюватися роботи в темну пору доби забезпечуються відповідно до вимог документу «СОУ 45.2-00018112-006:2006. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт із будівництва, реконструкції, ремонту й утримання автомобільних доріг» [12].

Відомість влаштування дорожнього огороження я подав в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Відомість дорожнього бічного огороження

Місцезнаходження		Тип огороження			Кількість		
від ПК+	до ПК+	зліва	по осі	справа	Напрямні стовпч.,шт	Метал. огород.,м	Турнікетне огород.,м
1	2	3	4	5	6	7	8
0+12	3+60	турнікет	-	-	-	-	348.6
3+85	4+22	турнікет	-	-	-	-	33.6
4+35	5+00	турнікет	-	-	-	-	65.1
0+12	4+17	-	11 ДД-ММ.2	-	-	401	-
4+70	5+00	-	11 ДД-ММ.2	-	-	30	-
0+12	0+94	-	-	турнікет	-	-	81.9
1+04	1+35	-	-	турнікет	-	-	31.5
1+46	4+47	-	-	турнікет	-	-	296.1
4+63	4+96	-	-	турнікет	-	-	33.6
Всього:					турнікет 11 ДД-ММ.2	890.4 431	

4.4. Вплив погодних умов на безпеку руху

Треба відмітити, що сезонні природно-кліматичні умови істотно впливають на характеристики руху транспортних засобів і на сприйняття ситуації водіями. Оскільки, у багатьох випадках такі фактори значно знижують рівень безпеки

дорожнього руху. Зокрема, під час дощу чи ожеледиці погіршується зчеплення коліс із покриттям, а туман і зливи суттєво обмежують оглядовість, тощо. Також, на окремих відрізках проїзної частини накопичується бруд, а в пониженнях місцевості утворюються застійні водойми. Також, узимку ущільнений сніг зменшує корисну ширину проїзду та сприяє виникненню заносів. Руйнування ґрунтових узбіч також скорочує ефективну ширину дороги. Треба відмітити, що найбільш складними для руху є періоди міжсезоння - пізня осінь та рання весна, тобто тоді, коли через часті температурні коливання дорожні умови можуть швидко змінюватися, тощо.

Але, попри явне погіршення погодних умов у певні сезони, загальна інтенсивність руху помітно зменшується лише тоді, коли негативні фактори діють тривалий час. Тому, короточасні зміни погоди, як правило, охоплюють лише окремі ділянки траси та не завжди можуть бути спрогнозовані завчасно. Однак, навіть за їх нетривалого впливу, кількість аварій у такі періоди всеодно залишається значною. Отож, згідно зі статистичними даними, приблизно 8 % дорожньо-транспортних пригод відбувається під час дощів, а близько 2 % - у тумані.

4.5. Вплив дорожніх умов на безпеку руху

Треба відмітити, що гарантувати безпеку руху на вулично-дорожній мережі можливо лише за умови одночасного впровадження комплексу взаємопов'язаних заходів. До яких належать удосконалення конструкцій автомобілів та інших транспортних засобів, а також підтримання їх у працездатному технічному стані, суворе дотримання правил дорожнього руху як водіями, так і пішоходами. Крім того, важливим є також раціональне проектування плану та профілю доріг, це якраз забезпечує можливість безпечного руху на підвищених швидкостях.

Також, дорожньо-експлуатаційні служби повинні постійно підтримувати необхідні транспортно-експлуатаційні характеристики покриття, тобто: міцність, рівність, належний коефіцієнт зчеплення, а також забезпечувати достатню видимість на усіх ділянках. Крім вище зазначеного, додатково важливим є інформування учасників руху про дорожні умови та необхідні режими руху шляхом застосування дорожніх знаків і розмітки.

Треба відмітити, що офіційні статистичні дані свідчать, що відсоток ДТП, спричинених виключно дорожніми умовами, є невисоким, і більшість аварій пов'язують із помилками водіїв. Проте, детальний аналіз багатьох інцидентів показує, що в значній кількості випадків саме стан дороги або її окремі елементи опосередковано сприяли помилковим діям водія, ускладнюючи керування транспортним засобом, тощо.

Треба відмітити, що на ділянках із несприятливими характеристиками – тобто зниженим коефіцієнтом зчеплення, нерівностями покриття, можливістю раптової появи пішоходів - безпечним є лише рух із обмеженою швидкістю. Треба зазначити, що, водії, які рухались швидко на попередніх рівнях і безпечних відрізках, можуть не встигнути вчасно зменшити швидкість, особливо якщо мають більший час реакції, втому, недостатній досвід або низьку дисципліну. Тому, раптове зіткнення із необхідністю різкого гальмування дуже часто призводить до аварійних ситуацій.

Треба відмітити, що одним із ключових показників безпечності вуличної мережі є відсутність місць, де відбувається різке падіння швидкості транспортного потоку за відсутності об'єктивних причин, а також мінімальна різниця швидкостей між окремими ділянками. Треба зазначити, що проведені численні психофізіологічні дослідження стану водіїв підтверджують, що подолання складних або небезпечних відрізків дороги супроводжується підвищенням емоційного напруження та втоми.

Тому, ліквідація таких проблемних зон одночасно буде підвищувати рівень безпеки дорожнього руху та покращить умови праці водіїв, зменшуючи їх навантаження та ризик до помилок.

Висновки до розділу 4. У даному розділі наведено основні заходи із організації дорожнього руху щодо облаштування дорожніми знаками та розміткою, під час розроблення «Проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в місті Трускавець» [1].

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Основні положення по охороні праці

Слід зазначити, що головними нормативно-правовими актами, які регулюють питання охорони праці в Україні, є:

- «Кодекс законів про працю України» [13];
- Закони України «Про працю» та «Про охорону праці» [14].

Під час виконання будівельних робіт необхідно керуватися вимогами таких нормативних документів:

- «ДНАОП 5.1.14-1.01-96. Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства» [15];
- «ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва» [3].

Крім зазначених документів, слід дотримуватися чинних підзаконних актів, інструкцій і положень, розроблених на підприємствах, а також рекомендацій щодо застосування безпечних методів виконання робіт. Особливу увагу необхідно приділяти питанням протипожежної, електричної та виробничої безпеки, санітарним нормам і правилам охорони праці у будівництві.

Усі заходи з охорони праці та захисту навколишнього природного середовища під час дорожнього будівництва мають на меті створення безпечних умов праці для працівників, а також зменшення шкідливого впливу технологічних процесів на довкілля.

Важливим є також дотримання вимог промислової санітарії та протипожежних правил, передбачених чинним законодавством і галузевими нормативами.

Окрему загрозу для здоров'я робітників становлять шкідливі виробничі фактори, зокрема вплив токсичних речовин, пилу, вібрації, шуму, недостатнього освітлення та несприятливих погодних умов. Такі фактори можуть спричинити професійні захворювання або втрату працездатності. Порушення вимог техніки безпеки, своєю чергою, нерідко призводить до нещасних випадків і травматизму на виробництві.

Усі заходи з охорони праці повинні виконуватися систематично та безперервно протягом усього періоду будівельно-монтажних робіт.

Відповідно до чинного законодавства, будівництво або ремонт автомобільних доріг може здійснюватися лише за наявності таких затверджених документів:

- «проекту організації будівництва (ПОБ);
- проекту виконання робіт (ПВР);
- робочих креслень, погоджених у встановленому порядку» [3].

Згідно із «Законом України Про охорону праці» [14], «усі працівники, прийняті на роботу, повинні бути ознайомлені з умовами праці та пройти вступний інструктаж з охорони праці. Крім того, вони зобов'язані вивчити порядок надання першої медичної допомоги у разі нещасних випадків і правила поведінки під час аварійних ситуацій, відповідно до вимог Типових положень, затверджених Державним комітетом України з нагляду за охороною праці» [16].

Працівники, які виконують роботи з підвищеною небезпекою або ті, що потребують професійного добору, «повинні проходити спеціальне навчання та щорічну перевірку знань нормативних актів з охорони праці. Перелік таких робіт затверджується уповноваженим державним органом. Посадові особи, які відповідають за безпеку праці, до початку виконання своїх обов'язків та періодично — один раз на три роки — проходять навчання і перевірку знань у галузевих або регіональних органах управління охороною праці за участю представників державного нагляду і профспілок» [16].

«Допуск до роботи осіб, які не пройшли інструктаж, навчання або перевірку знань з охорони праці, забороняється. У разі незадовільних результатів перевірки працівник має пройти повторне навчання або інструктаж» [15-16].

У межах проекту поточного ремонту ділянки автомобільної дороги передбачено використання пересувних побутових приміщень (вагончиків), а також допоміжної техніки та спеціалізованих пересувних споруд.

До загальних побутових приміщень належать:

- «санітарні вузли (вбиральні, умивальні);
- пункти забезпечення питною водою» [15-16].

До спеціальних приміщень належать:

- «кімнати для обігріву та прийому їжі;
- медичні пункти» [15-16].

Схема розміщення санітарно-побутових споруд на будівельному майданчику повинна забезпечувати безпечне пересування працівників, виключаючи проходження через небезпечні зони. Також проєктом передбачено зону відпочинку для робітників.

Будівельні вагончики мають бути обладнані:

- «місцями для зберігання робочого та особистого одягу;
- умивальниками з підведенням води;
- медичними аптечками» [15-16].

Працівники дорожнього будівництва повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту, а саме:

- «захисними окулярами із силікатного скла — для запобігання потраплянню уламків, пилу та бризок неагресивних рідин;
- протишумовими навушниками — для захисту слуху від шуму рівнем 100–110 дБ;
- віброзахисними рукавицями — при роботі з пневмоінструментом;
- віброзахисним взуттям — для зменшення впливу локальної вібрації;
- спецодягом (комбінезони, халати, робочі костюми) — виготовленим із зносостійких тканин підвищеної міцності» [15-16].

Особливо у зоні руху транспорту працівникам повинні видаватися сигнальні жилети або куртки підвищеної видимості.

«Перед початком роботи всі машини та механізми підлягають технічному огляду, під час якого перевіряється справність гальмівної системи, освітлення, керування та ходового обладнання. Експлуатація несправної техніки категорично забороняється» [16].

5.2. Небезпека на будівельному майданчику

Під час виконання будівельно-монтажних робіт із використанням дорожньо-будівельних машин необхідно суворо дотримуватися правил безпеки. Зокрема, забороняється:

- перебування сторонніх осіб у зоні роботи будівельних або спеціальних машин;
- пересування працівників по керувальних майданчиках під час руху техніки;
- відчіплювання причіпних машин або напівпричепів до повної зупинки тягача;
- огляд або очищення коліс та механізмів від сторонніх предметів під час руху;
- перемикання передач у процесі руху машини на підйомах і спусках (виняток становить техніка на базі автомобільного шасі);
- виконання робіт на схилах і укосах, кут нахилу яких перевищує допустиме значення для конкретного виду машини.

Рух дорожньо-будівельних машин на крутих спусках слід здійснювати переважно на першій передачі з використанням гальмівної системи у разі потреби.

Під час зведення насипів відстань від зовнішнього краю гусениці або колеса до бровки земляного полотна повинна становити не менше 1 метра.

Причепи та напівпричепи дозволяється експлуатувати лише з тягачами, що вказані у технічній документації, розробленій для кожного конкретного типу обладнання.

Під час виконання робіт у темну пору доби всі самохідні та причіпні агрегати повинні бути обладнані:

- системою освітлення, що забезпечує видимість дорожнього полотна щонайменше на 11 метрів уперед;
- освітленням робочих зон та органів керування;
- задніми сигнальними вогнями;
- аварійним освітленням для екстрених ситуацій.

5.3. Вимоги безпеки праці при спорудженні земляного полотна

Безпечне виконання робіт із формування земляного полотна потребує суворого дотримання організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на запобігання виробничим травмам і аварійним ситуаціям. Усі

працівники, що задіяні у процесі, повинні пройти інструктаж і бути ознайомлені з характерними небезпеками, властивими земляним роботам.

Підготовка території та організація робочого місця. Перед початком робіт ділянка повинна бути очищена від сторонніх предметів, деревини, каміння та інженерних мереж, що можуть становити загрозу. Обов'язково виконується маркування небезпечних зон: межі траншей, котлованів, місця руху техніки, проходи для робітників. Під'їзні шляхи мають бути сплановані так, щоб машиністам було забезпечено достатній огляд, а пішохідні маршрути не перетиналися з напрямками руху техніки.

Використання машин та механізмів. Екскаватори, бульдозери, автосамоскиди й інша спеціальна техніка допускається до роботи лише у справному стані та під керуванням кваліфікованого персоналу. Під час роботи заборонено перебувати у зоні обертання ковша, дії стріли або штовхального обладнання. Машиністи повинні працювати з урахуванням можливого осипання ґрунту, особливо на висотних насипах і біля відкосів. Відстань між працюючими машинами добирають так, щоб уникнути зіткнень та перехрещення траєкторій.

Вимоги до робіт у виїмках та котлованах. Стіни виїмок повинні мати укоси або кріплення, які перешкоджають обвалам. Працівникам забороняється перебувати біля краю незакріпленого укосу, а також під час розробки ґрунту у зоні можливого зсуву. Спуск у котлован здійснюють по надійних сходах або настилах, а пересування поблизу укосів дозволяється лише за відсутності техніки, що може спричинити вібрацію.

Організація руху транспорту та вантажопідіймальних операцій. Транспорт, що переміщує ґрунт, рухається визначеними маршрутами із дотриманням встановленої швидкості. Місця завантаження та розвантаження повинні мати рівну поверхню та бути виключені із перехрещення пішохідних шляхів. Під час розвантаження автосамоскида заборонено перебувати позаду кузова або на траєкторії руху ґрунтової маси. Підвішені вантажі не можна залишати без нагляду або переносити над людьми.

Погодні та ґрунтові умови. У періоди сильних дощів, туману, ожеледиці чи знижених температур роботу коригують із урахуванням зміни несучої здатності

ґрунту та умов видимості. Зволожений чи мерзлий ґрунт має більшу ймовірність зсувів, тому такі ділянки потребують додаткового укріплення. У темний час доби обов'язкове достатнє освітлення робочої зони.

Засоби індивідуального захисту. Працівники повинні використовувати каски, сигнальні жилети, захисне взуття, рукавиці та інші засоби відповідно до умов роботи. Робота без засобів захисту в зоні дії машин категорично заборонена.

Зберігання та переміщення матеріалів. Насипні матеріали складують на безпечній відстані від бровок виїмок, щоб уникнути перенавантаження укосів та їх руйнування. Під час формування насипів верхні шари ущільнюються поступово з дотриманням проектних позначок, щоб уникнути провалів техніки.

Контроль та відповідальність. Особа, що відповідає за виробництво робіт, повинна регулярно здійснювати огляд техніки, стан укосів, дотримання технології та правил безпеки. Виявлені порушення негайно усуваються або роботи призупиняють до створення безпечних умов.

5.4. Облаштування електричних мереж на будівельному майданчику

Перед початком експлуатації електроустановок усі працівники-споживачі електроенергії повинні пройти вступний інструктаж, який охоплює вимоги правил технічної експлуатації електроустановок та правил безпечного користування електричним обладнанням.

Для забезпечення безпечної та безперебійної роботи електричних мереж на будівельному майданчику необхідно передбачити такі основні заходи:

- організацію технічного обслуговування діючих електроустановок;
- проведення оперативних перемикачів та контролю за станом обладнання;
- виконання ремонтних і монтажних робіт згідно із вимогами нормативних документів.

Відповідно до чинних стандартів, пусконаладжувальні роботи, випробування та перевірки електроустановок мають право виконувати лише спеціально підготовлені електротехнічні працівники, які пройшли відповідне навчання і перевірку знань.

До основних організаційних заходів з безпеки під час виконання робіт належать:

- оформлення завдання на роботу у вигляді наряду-допуску, розпорядження або включення її до переліку робіт, що виконуються за умовами поточної експлуатації;

- допуск персоналу до виконання робіт;

- нагляд за процесом роботи з боку відповідальних осіб;

- оформлення перерви в роботі або переведення працівників на інше робоче місце у встановленому порядку.

Наряд-допуск є офіційним документом, що надає право на безпечне виконання робіт підвищеної небезпеки. Його оформлення здійснюється на спеціальних бланках встановленої форми, відповідно до чинних будівельних норм, правил і стандартів із охорони праці.

5.5 Розрахунок заземлення опори світлового ліхтаря

Треба відмітити, що для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом всі металеві частини електрообладнання, які нормально не знаходяться під напругою, але можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, підлягають зануленню та і заземленню також.

Для занулення використовуються нульові жили електропроводок.

А для заземлення передбачені штучні заземлюючі пристрої, виконувані електродами зі сталевого кутника 50 x 50 x 5 мм, з'єднаними між собою сталеві штабою 4 x 40 мм. В електрощитових передбачений внутрішній контур заземлення, з'єднаний в двох місцях із зовнішнім заземлюючим пристроєм. Заземлюючі пристрої виконуються загальними для захисного заземлення електроустановок, для захисту від блискавки, для захисту від статичної електрики і для захисту від заносу великих потенціалів.

Заземлення залізобетонних опор зовнішнього освітлення здійснюється при дотриманні вимог «типового проекту 3.407-150. Заземлення опор повітряних ліній електропередач» [17]. Зокрема, приєднанням опор і їх металевої оснастки до індивідуальних заземлюючих опор.

Проведемо орієнтовний розрахунок заземлення. Розрахунок опору розрізання струму в заземлюючих пристроях проводиться наступним чином:

1. Визначаємо розрахунковий питомий опір землі .

Питомий опір ґрунту складає $\rho_{\text{ґ}} = 100 \text{ Ом м}$.

Розрахункове значення питомого опору землі отримуємо:

$$\rho_{\text{рз}} = \varphi \times \rho_{\text{ґ}}$$

де φ - коефіцієнт сезонності , що враховує можливі коливання питомого опору при зміні вологості ґрунту на протязі року при сезонній вологості ґрунту $\varphi=2,0$

Отже, $\rho_{\text{рз}}=2,0 \times 100 = 200 \text{ (Ом м)}$

2. Визначаємо опір розрізання струму землі:

Заземлювачем слугує сталевий кутник 50x50x5 мм довжиною $\ell= 2.0 \text{ м}$, що забитий в землю на глибину $R=0,7 \text{ м}$.

Заземлювачі розташовуються по контуру на віддалі $a=0,6 \text{ м}$. Згідно з ПУЕ , допустимий опір розрізання струму в землі від пристроїв , що заземлені:

$$R_{\text{з норм}} \leq 125 / I_{\text{з}} ,$$

$$I_{\text{з}} = 25 \text{ А} , R_{\text{з норм}} \leq 5 \text{ Ом при напругах } U > 1000 \text{ В.}$$

Розрахунковий опір зігнання струму землі одного вертикального заземлювача, забитого на глибину $0,7 \text{ м}$, знаходиться за формулою

$$R_{\text{в}} = \rho_{\text{рз}} / 2\pi \times \ell (\ln \times 2\ell/d + \frac{1}{2} \ln \times 4z+1/4z-1) ,$$

де $\rho_{\text{рз}}$ - розрахунковий опір ($\rho_{\text{рз}} = 200 \text{ Ом м}$)

ℓ - довжина заземлювача ($\ell = 2,0 \text{ м}$.)

d – діаметр заземлювача ($d= 0,05 \text{ м}$.)

z – віддаль від поверхні землі до середини заземлювача

$$z = h + \frac{1}{2} = 0,7 + 1,0 = 1,7 \text{ (м.)}$$

$$R_{\text{в}} = 200/2\pi \times 2 (\ln \times 2 \times 2 / 0,05 + \frac{1}{2} \ln \times 4 \times 1,7 + 1 / 4 \times 1,7 - 1) = 74,56 \text{ м.}$$

3. Знаходимо кількість заземлювачів n :

$$n = R_B / R_{з \text{ норм}} = 74,56 / 5 = 14,9.$$

Отже, приблизна кількість заземлювачів становить 14,9. Коефіцієнт використання заземлювачів, визначений з відповідних графічних залежностей становить $\eta_B = 0,75$ (при $R=3$).

Кількість вертикальних заземлювачів n_3 з врахуванням η_B визначаємо як:

$$N_3 = R_B / R_{з \text{ норм}} \times \eta_B = 74,56 / 5 \times 0,75 = 20$$

Отже, $n_3 = 20$

4. Визначаємо довжину горизонтального заземлювача L :

Довжина горизонтального заземлювача, який з'єднує вертикально заземлювачі визначається так:

$$L = a \times n_3 = 6 \times 20 = 120 \text{ (м.)}$$

5. Визначаємо опір горизонтального заземлювача

$$R_2 = \rho_{\Omega} / 2\pi \times L \times \ln \times 2L^3 / b \times h$$

де b – ширина смужкової сталі, з якої виготовлено горизонтальний заземлювач (ГЗ);

h – глибина розташування ГЗ

Отже, $R_2 = 200 / 2\pi \times 120 \times \ln \times 2 \times 120^3 / 0,02 \times 0,7 = 3,86 \text{ (Ом.)}$.

6. Визначаємо загальний опір заземлюючого пристрою :

$$R_3 = R_B \times R_2 / n \times R_2 \times \eta_B + R_B \times \eta_2,$$

де η_2 – графічно визначений коефіцієнт використання ГЗ;

$$\eta_2 = 0,65 \quad (\text{при } R=3),$$

Отже, $R_3 = 2,7 \text{ (Ом.)} < R_{з \text{ норм}}$.

Таким чином, величина $R_z < 5 \text{ Ом}$. Захисне заземлення необхідне для зменшення напруги відносно землі до безпечного значення на металевих частинах електроустановки, яка не знаходиться під струмом та напругою, але може опинитись під нею внаслідок пошкодження ізоляції.

Висновки до розділу 5.

У розділі 5 даної роботи, було подано основні прийняті рішення щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на будівельному майданчику при виконанні «Проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м.Трускавець» [1].

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1. Основні положення щодо визначення кошторисної вартості будівництва

Під час підготовки економічної частини моєї магістерської роботи на тему «Проект реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в місті Трускавець» [1], я виходив з того, що визначення вартості ремонту автомобільних доріг виконується відповідно до «Правил визначення вартості будівництва» [18]. Цей документ щороку оновлюється наказами Держбуду України та встановлює єдині вимоги для всіх будівельних організацій щодо формування кошторисів. Норми є обов'язковими при розрахунку вартості робіт на об'єктах, що фінансуються з державного чи місцевих бюджетів або перебувають у державній власності.

Кошторисна вартість будь-якого будівельного чи ремонтного проєкту, має бути сформована за локальними кошторисами, включає прямі витрати, загальновиробничі витрати та інші супутні складові. У моїй роботі основою для розрахунку кошторису були обсяги робіт, отримані на попередніх етапах проєктування.

Для визначення вартості ремонту дороги я користувався такими нормативними базами:

- «ДБН Д.2.2-27-2016. Ресурсні елементні кошторисні норми. Автомобільні дороги» [19];
- «ДБН Д.2.2-1-99. Збірник 1. Земляні роботи» [20];
- «ДБН Д.2.2-22-99. Збірник 22. Водовідвід – зовнішні мережі» [21];
- «ДБН Д.2.2-23-99. Збірник 23. Каналізація – зовнішні мережі» [22].

Загалом кошторис на будівництво охоплює прямі витрати, непрямі витрати, прибуток підрядника, резерв коштів на покриття можливих ризиків, а також передбачає фінансування податків, зборів та додаткових витрат, пов'язаних з організацією будівельного процесу.

До прямих витрат належать кошти, необхідні для розроблення проєктно-кошторисної документації та виконання основних будівельних операцій.

Як супутні витрати, які обов'язково враховуються в кошторисі, можна виділити такі позиції, а саме:

1. витрати на підготовку території для проведення будівельно-ремонтних робіт;
2. витрати, пов'язані з організацією тимчасової схеми дорожнього руху;
3. роботи з демонтажу існуючого дорожнього одягу, проїзної частини та тротуарів;
4. розбирання або демонтаж конструкцій, що підлягають заміні;
5. будівництво нового корита дороги та влаштування конструктивних шарів дорожнього одягу;
6. монтаж або перенесення ліній електропередач та інших інженерних мереж;
7. фінансування послуг служби замовника, авторського та технічного нагляду за ходом будівництва.

6.2. Кошторисна документація

Для визначення вартості реалізації: «Проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в місті Трускавець» [1], мною були підготовлені локальні, об'єктні та зведені кошториси. Розрахунки проводилися із застосуванням норм і цін, актуальних на момент розроблення проектної документації, тобто у вересні–жовтні 2025 року.

Уся кошторисна частина проекту формується відповідно до чинних державних будівельних норм та стандартів (ДБН, ДСТУ та інші регламентуючі документи). Для виконання розрахунків використовувався програмний комплекс АВК-5, який є стандартним інструментом для складання кошторисів у будівництві.

Результати всіх проведених розрахунків - зведений кошторис, локальні кошториси на основні роботи та підсумкова відомість ресурсів - були систематизовані та подані у додатку Б.

За підсумковими даними кошторисних документів, загальна вартість будівельних робіт становить 120745 тис. грн.

Висновки до розділу 6.

Загалом, у цьому розділі було наведено основні технічні нормативи, за якими я проводив кошторисні розрахунки вартості «Проекту реконструкції ділянки вулиці Василя Стуса в м. Трускавець» [1].

РОЗДІЛ 7

НАУКОВА ЧАСТИНА

«Аналіз та дослідження застосування шумозахисних екранів для зменшення шумового навантаження на автомобільних дорогах»

Актуальність теми. Проблема шумового забруднення щороку стає актуальнішою, оскільки надмірні рівні шуму суттєво впливають на здоров'я людей і прирівнюються за шкідливістю до забруднення води чи повітря. Основними джерелами підвищеного шуму є промислові об'єкти, будівництво та транспорт, причому саме автомобільні шляхи формують більшу частину акустичного навантаження у містах та населених пунктах, розташованих біля доріг. Зростання інтенсивності руху лише посилює цю проблему.

Тривалий вплив шуму може викликати втому, порушення сну, головний біль, а також збільшувати ризики серцево-судинних розладів і негативно позначатися на роботі органів травлення та обміну речовин. Тому зменшення шумового навантаження є важливою складовою екологічної безпеки.

Найефективнішим способом боротьби зі шумом на етапі його поширення є встановлення шумозахисних екранів. Такі бар'єри розміщуються вздовж автомобільних доріг і зменшують проникнення звукових хвиль на прилеглі території. Їх ефективність залежить від конструктивних параметрів, висоти, розміщення та особливостей місцевості. Міжнародний досвід свідчить, що екрани забезпечують оптимальне співвідношення вартості та результативності, дозволяючи досягти нормативних рівнів шуму.

«Шум є формою фізичного впливу, що виникає внаслідок механічних коливань у повітрі. Людське вухо сприймає частоти в діапазоні 16 Гц - 20 кГц, а рівень шуму вимірюється у децибелах за логарифмічною шкалою. Для побутових і робочих приміщень встановлені орієнтовні допустимі рівні - від 30 до 70 дБ залежно від цільового призначення. Особливо шкідливими є високочастотні шуми, тоді як природні звуки залишаються найбільш комфортними для людини» [23].

Зростання техногенного навантаження призводить до того, що природна тиша стає рідкістю, а тому впровадження шумозахисних заходів, зокрема екранів, є

важливою умовою підвищення комфортності життя та збереження здоров'я населення.

7.1. Вплив шуму на людину та живі організми

Шум по-різному впливає на людину та інші живі організми, і сила цього впливу залежить від інтенсивності, частотного діапазону та тривалості звучання. Низький рівень шуму (близько 20 - 30 дБ) є природним і не шкодить здоров'ю. Проте, збільшення гучності поступово викликає дискомфорт, а починаючи приблизно з 80 дБ може формувати небезпечне навантаження на слух. Дуже гучні звуки (130 - 150 дБ) провокують біль, а надмірні рівні (180 дБ і більше) спричиняють руйнування матеріалів та конструкцій.

«Довготривалий вплив надмірного шуму погіршує слух, порушує роботу нервової системи, ускладнює концентрацію та сон. Спершу виникає тимчасове приглушення сприйняття високих частот, та якщо шумове навантаження триває місяцями або роками, ці зміни стають незворотними. Особливо чутливими є органи слуху молоді: тривале прослуховування гучної музики може завдати шкоди, порівняної з віковою втратою слуху» [23].

Шум є стресовим фактором не лише для людей. Для багатьох тварин він становить загрозу їхньому існуванню. Наприклад, реактивний літак дезорієнтує бджіл і може призвести до загибелі їхнього розплоду. Високий рівень шуму впливає і на птахів - надмірний акустичний тиск здатен зруйнувати яйця або змусити колонії покидати свої гніздові місця. Існують задокументовані випадки загибелі пташиних колоній унаслідок роботи техніки, шум від якої поширювався на кілька кілометрів.

Рослинність також реагує на інтенсивний шум: у деяких видів спостерігається прискорене в'янення та висихання через порушення водного обміну. У міських умовах дерева часто живуть значно менше, ніж у природному середовищі, частково через постійний шумовий тиск.

Джерелами надмірного шуму найчастіше є авіаційний, залізничний та автомобільний транспорт, а також обладнання промислових підприємств і різна побутова техніка. У житлових будівлях додатковий дискомфорт створюють інженерні системи та заклади, розміщені на перших поверхах.

Для зменшення шумового навантаження застосовують комплекс заходів: шумопоглинальні матеріали та екрани, модернізацію техніки й технологій, оптимізацію транспортних потоків та оновлення інфраструктури.

7.2. Аналіз існуючих шумозахисних екранів на автомобільних дорогах

7.2.1. Звуковбираючий екран

Традиційні шумозахисні екрани з поглинанням звуку мають обмежену ефективність, тому для досягнення необхідного зниження шуму їх зазвичай доводиться підвищувати. Збільшення висоти дає більшу «тінь шуму», але ускладнює конструкцію. Одним із поширених варіантів є екрани, у яких щільні плоскі плити кріпляться до опорних стояків, а на бік, звернений до джерела шуму, наноситься шар поглинальних елементів у вигляді порожнистих напівциліндрів з отворами. Усередині таких елементів встановлюють діафрагми, що поділяють порожнину на секції, налаштовані на певний діапазон частот. Основний недолік цієї конструкції – це недостатній рівень зниження шуму.

Удосконалений варіант передбачає використання звуковбирних модулів, виконаних у формі металопластикового короба трапецієподібного перерізу. Внутрішні поверхні покривають пористою гумою, а в нижній частині передбачають отвори різної форми для доступу повітря та одночасного захисту від опадів. Короб може бути як складеним із секцій, так і монолітним. Кріплення до вертикальної огорожі здійснюється болтовими з'єднаннями.

Завдяки порожнистій структурі й пористому внутрішньому шару такі елементи не лише поглинають звукову хвилю, але й частково розсіюють її за рахунок опуклої геометрії. Екран також може слугувати для приховування інженерних мереж або як декоративний елемент. Висота модулів і кількість секцій визначається умовами конкретного об'єкта.

Принцип роботи полягає в тому, що «звукові хвилі, які надходять від транспортного потоку, взаємодіють із порожнинами елемента: частина енергії поглинається внутрішніми резонаторами, частина – відбивається та розсіюється. Отвори на поверхні конструкції додатково зменшують інтенсивність відбитих хвиль. У типових рішеннях використовують кілька рядів поглинальних блоків,

проте їх кількість та геометрія можуть змінюватися залежно від необхідного рівня шумозахисту» [23].

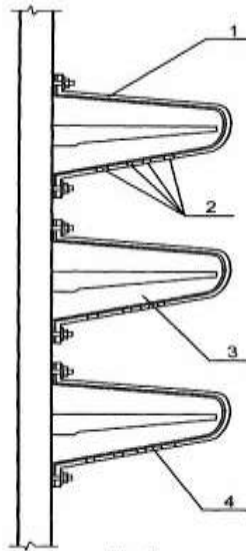


Рис.7.1 Конструкція шумозахисного екрану

1 – поверхня екрану; 2 – отвори; 3 – резонуючі порожнини; 4 – опуклі поверхні.

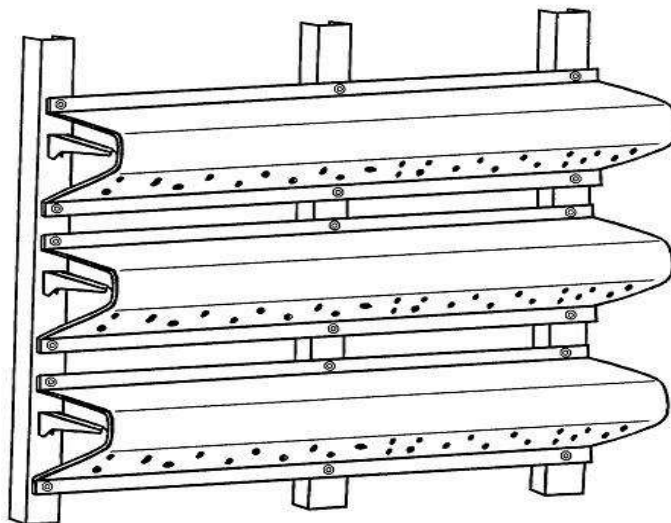


Рис. 7.2 Аксонометричне зображення конструкції шумозахисного екрану

7.2.2. Шумозахисний екран з елементами рослинних насаджень

Цей тип екрану належить до засобів захисту забудови від транспортного шуму та може застосовуватися вздовж магістралей з інтенсивним рухом. За основу було взято конструкцію, у якій плоскі плити встановлювалися в пази опорних стійок, а

проміжки між ними заповнювалися ґрунтом із висадженими рослинами. Однак прототип має низку недоліків: значну масивність, велику витрату ґрунту та складність монтажу через різні кути встановлення плит.

Удосконалена конструкція вирішує ці проблеми шляхом оптимізації розташування плит. Запропоновано використовувати елементи двох типорозмірів:

- **широкі плити** розміщують під кутом приблизно $15 - 30^\circ$ до горизонталі, що відповідає куту внутрішнього тертя ґрунтів різних видів і забезпечує їхню стійкість при засипці;

- **вузькі плити** встановлюють вертикально над похилими, формуючи тераси для ґрунту і рослин.

Співвідношення між висотою вузьких плит і шириною утворених терас відповідає тангенсу кута внутрішнього тертя ґрунту, що дозволяє рівномірно розподіляти засипку та створює оптимальні умови для росту рослин. Поєднання вертикальних і похилих поверхонь також підсилює шумовідбивні та звукопоглинальні властивості екрана.

Конструкція складається з опорних стійок (1), широких та вузьких плит (2,3), а також шару ґрунту (4), у якому висаджують зелені насадження (5). Стійки можуть монтуватися на збірні або монолітні фундаменти (6). Монтаж екрана здійснюють у такій послідовності: підготовка майданчика, улаштування фундаментів, встановлення стійок, монтаж плит у пази опор та засипання простору ґрунтом. Після цього на сформованих терасах висаджують рослини й забезпечують їх регулярний полив у сухий період. На рис.7.3 зображений шумозахисний екран з елементами рослинних насаджень.

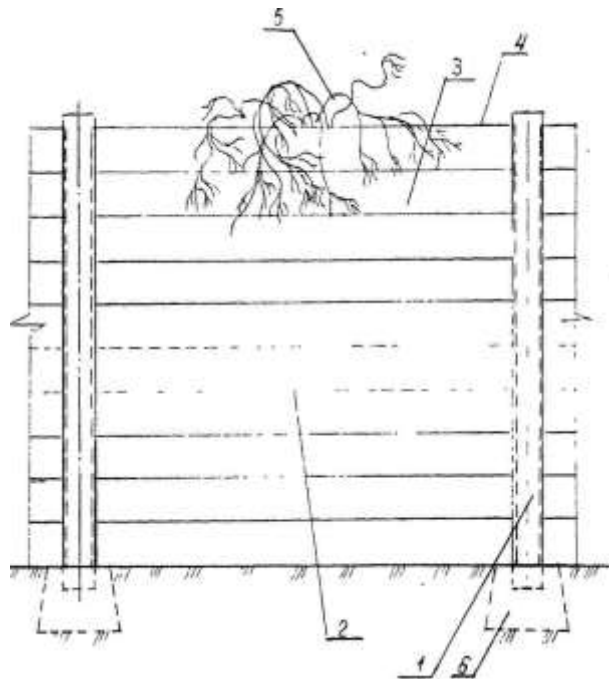


Рис. 7.3 Вигляд шумозахисного екрану з елементами рослинних насаджень.

7.2.3. Шумозахисний екран із поворотними звукопоглинальними пластинами

Розглянута конструкція належить до засобів захисту від шуму та призначена для використання біля промислових об'єктів і транспортних магістралей. Традиційні екрани виконують роль бар'єра, який відбиває, розсіює або поглинає звукові хвилі, та здебільшого являють собою масивні споруди значної висоти й довжини, виготовлені з бетону, скла чи інших матеріалів. На відкритих ділянках вони мають витримувати суттєві вітрові навантаження, які під час буревію можуть досягати кількох тисяч ньютонів на квадратний метр. Це вимагає важких фундаментів та спеціальних розрахунків стійкості.

У міських умовах потреба в шумозахисті зростає, оскільки підприємства, що колись були розташовані на околицях, опиняються серед житлової забудови. Додатковою проблемою є шум від обладнання, встановленого на покрівлях цехів. У таких випадках встановлення шумозахисних екранів часто є єдиним ефективним рішенням. Проте застосування сталевих тросів для їх кріплення є небажаним через корозію, а використання масивних противаг перевантажує несучі конструкції будівель.

Щоб уникнути цих недоліків, запропонована конструкція екрана складається з ряду подовжніх пластин із звукоізоляційного матеріалу, які шарнірно закріплені на горизонтальних осях. Особливість цього варіанта полягає в тому, що пластини можуть відхилятися під дією вітру. Завдяки цьому зменшується площа, на яку безпосередньо тисне повітряний потік, що істотно знижує загальне вітрове навантаження на споруду та дозволяє відмовитися від противаг.

У спокійному стані (без вітрової дії) пластини розташовані вертикально й ефективно блокують поширення шуму. При сильному вітрі вони повертаються навколо осей, частково відкриваючи проsvіти. Щоб компенсувати зниження шумоізоляції під час такого відхилення, передбачений другий паралельний екран. Його пластини встановлені зі зміщенням по висоті - приблизно на половину довжини елемента, що перекриває утворені зазори та забезпечує сталі шумозахисні характеристики.

На рис.7.4 зображено шумозахисний екран без дії на нього вітру. Він складається із ряду звукоізолюючих пластин 2, прикріплених до горизонтальних осей 1. При відхиленні пластин відносно свого вертикального положення, що відбувається при дії вітру, шумозахисні можливості екрану зменшуються, що компенсується другим екраном (рис.5), який встановлений паралельно першому на відстані, яка перевищує довжину пластин. Осі пластин 2 другого екрану зміщені по вертикалі відносно осей першого екрану на половину довжини пластини.

Кут відхилення пластин від вертикалі можна визначити за спеціальною розрахунковою формулою, що враховує аеродинамічні та масові параметри конструкції.

$$\sin\alpha = \frac{F}{P},$$

де α - кут відхилення пластини від вертикалі;

F - сила тиску вітру на пластину;

P - вага пластини.

По приведеній формулі можна знайти кут повного відхилення пластин від вертикального положення, коли потік вітру повністю пропускається. Це буде тоді, коли $\alpha=90^\circ$, а сила тиску F дорівнює вазі пластин P .

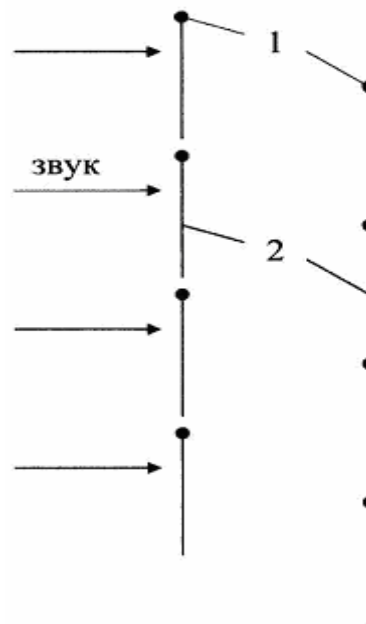


Рис.7.4 Зображено шумозахисний екран без дії на нього вітру.

7.2.4. Шумозахисний екран із модифікованою поверхнею герметичного листа

Розглянута конструкція належить до засобів шумозахисту та застосовується в промисловості для зниження рівня звукового впливу. Традиційні екрани з герметичним і перфорованим листами, між якими розташований звукопоглинальний шар, мають обмежений звуковий опір через гладку поверхню зовнішнього листа, що недостатньо розсіює звукову енергію.

У вдосконаленому варіанті герметичний лист виконано з чергуванням сферичних впадин і виступів, розміщених у шаховому порядку. Таке профілювання підвищує жорсткість листа та забезпечує багаторазове перетинання падаючих і відбитих звукових хвиль. У результаті збільшується звуковий опір і покращується загальна ефективність шумозахисту.

Конструкція складається зі стійки з рамою, до якої кріпляться герметичний і перфорований листи. Між ними розташовується шар звукопоглинаючого матеріалу (наприклад, керамзит дрібної фракції, мінеральна вата чи скловолокно). Сферичні

елементи на поверхні герметичного листа можуть виготовлятися штампуванням або прокаткою. Завдяки їхній формі лист отримує додаткову жорсткість і сприяє активному розсіянню звукових хвиль у звукопоглинальному шарі, що зменшує інтенсивність шуму, який доходить до захищеної території.

7.2.5. Шумозахисний екран із комбінованими з'єднаннями та тришаровими панелями

Ще одна конструкція шумозахисної огорожі призначена для зниження шуму вздовж транспортних коридорів, будівельних майданчиків та промислових зон. Екран складається з вертикальних двотаврових стійок, у пази яких встановлюються тришарові панелі. Панелі мають облицювальні металеві листи з рельєфною поверхнею та перфорацією з одного або двох боків. Усередині розміщується звукопоглинальний матеріал, захищений від зовнішніх впливів додатковим шаром. Панель закривається торцевими кришками з ущільнювачами, а її жорсткість підсилюється внутрішніми ребрами.

«Як звукопоглинальні матеріали використовують базальтові мати БЗМ, мінеральну вату або скловолокно. Облицювальні листи та кришки можуть виготовлятися з алюмінієвих сплавів, тонколистової сталі з цинковим чи алюмоцинковим покриттям. Виконання з'єднань «панель–стійка» та «панель–панель» щільним дозволяє усунути акустичні щілини та забезпечує суцільну звукоізоляційну поверхню» [24].

Завдяки поєднанню перфорації, звукопоглинального прошарку та жорстких опорних стійок екран ефективно зменшує інтенсивність звукових хвиль як за рахунок їх поглинання, так і через відбиття. Конструкція добре протистоїть атмосферним впливам та забезпечує довготривалу шумозахисну дію.

Розглянемо різновиди шумозахисних екранів, у конструкції яких поєднано різні способи кріплення та компонування елементів.

Дещо розпишемо види таких шумозахисних екранів із комбінуванням різних типів з'єднань, а саме:

1. Шумозахисний екран, що містить панелі з перфорацією і кришками, який відрізняється тим, що містить двотаврові стійки, які закріплено вертикально і в які встановлено панелі, виконані як тришарова конструкція, що складається з

тонколистових металевих профілів - листів облицювання і середнього шару між ними - звукопоглинального матеріалу із захисним шаром, листи облицювання мають поздовжні рельєфні поверхні і виконані з перфорацією з одного або з двох боків, між листами облицювання встановлено ребра жорсткості, а з торців панелі закрито торцевими кришками з гумовими ущільнювачами.

2. Шумозахисний екран за п. 1, який відрізняється тим, що двотаврові стійки виконано з профільного прокату чи з листової гарячекатаної сталі із захисним цинковим покриттям.

3. Шумозахисний екран за п. 1, який відрізняється тим, що панелі уставлено в декілька рядів по висоті.

4. Шумозахисний екран за п. 1, який відрізняється тим, що як звукопоглинальний матеріал використовують мати базальтові марки БЗМ, мати із мінеральної вати ВМ або скляного штапельного волокна.

5. Шумозахисний екран за п.1, який відрізняється тим, що ребра жорсткості виконані із матеріалу листів облицювання або тонколистової оцинкованої сталі.

6. Шумозахисний екран за п.1, який відрізняється тим, що листи облицювання і кришки виготовлено методом прокату з алюмінієвих сплавів, сталі тонколистової із алюмінієвим чи алюмоцинковим покриттям або сталі тонколистової оцинкованої.

7. Шумозахисний екран за п.1, який відрізняється тим, що з'єднання елементів панель-стійка, панель-панель, панель-фундамент виконано щільним.

Тобто, із вище описаного можна зробити наступні узагальнення а саме:

1. **Базовий варіант екрана** являє собою конструкцію з панелей, що мають перфорацію та закривні кришки. Несучими елементами виступають вертикально встановлені двотаврові стійки, у пази яких вставляються самі панелі. Кожна панель виконана у вигляді тришарової системи: по зовнішніх гранях розміщені тонколистові металеві обшивки, між якими закладено шар звукопоглинального наповнювача із додатковим захисним покриттям. Лицьові листи мають поздовжні гофри для підвищення жорсткості та містять перфорацію з одного або двох боків. В середині конструкції додатково розташовано ребра жорсткості. Торці панелей закриті спеціальними кришками із гумовими ущільнювачами.

2. **Опорні двотаврові стійки** можуть бути виготовлені як із профільного прокату, так і з гарячекатаної листової сталі, що має цинковий шар захисту від корозії.

3. **Компонування панелей** допускає встановлення їх у декілька ярусів, що дає змогу відрегулювати висоту шумозахисної огорожі залежно від вимог об'єкта.

4. **Для поглинання шуму** у внутрішньому шарі можуть застосовуватись різні утеплювальні-акустичні матеріали: базальтові мати типу БЗМ, мінераловатні плити ВМ чи вироби зі скляного волокна.

5. **Ребра жорсткості** виготовляють зі схожого матеріалу, що й облицювальні листи, або з тонколистової оцинкованої сталі.

6. **Облицювання та кришки** можуть бути виконані прокатним методом з алюмінієвих сплавів, тонколистової сталі з алюмінієвим або алюмоцинковим покриттям чи зі звичайної оцинкованої сталі.

7. **Всі з'єднання – панель-стійка, панель-панель та панель-фундамент – роблять максимально герметичними**, щоб уникнути будь-яких акустичних «щілин».

Такі огорожі встановлюють уздовж транспортних магістралей, біля промислових підприємств, будівельних майданчиків та інших джерел значного шумового впливу, з метою зменшення проникнення звуку в житлові райони.

Відомі конструкції шумозахисних екранів часто склалися з порожнистих паралелепіпедних панелей, заповнених волокнистими мінеральними модулями. Такі панелі формувалися з П-подібних листів, а їх верхні та нижні частини оснащувалися вібродемпфуючими вставками, які найчастіше виготовляли з поліетилену. Фіксатори виконувались у вигляді кришок із жолобоподібним профілем. На їхній верхній зовнішній частині формували виступ із вертикальним пазом для щільної посадки панелі. Проте подібні системи не завжди забезпечували належний рівень шумопоглинання.

У вдосконаленому варіанті конструкцію оптимізували так, щоб одночасно збільшити і відбивання, і поглинання звукових хвиль. Для цього використано вертикальні двотаврові стійки, у які монтуються тришарові перфоровані панелі з гофрованими облицювальними листами та внутрішнім звукопоглинальним шаром,

захищеним від зовнішніх впливів. Наявність ребер жорсткості робить панелі стійкими до навантажень, а торцеві кришки з ущільнювачами гарантують надійну ізоляцію від проникнення шуму через стики.

Опорні стійки можуть виготовляти з різних видів сталевого профілю, а панелі - встановлюватися у декілька шарів по висоті. Матеріали тепло- і звукопоглинального шару можуть змінюватися залежно від вимог до шумозахисту. Облицювальні елементи виробляють із легких та корозійностійких металів.

Герметичні стики між усіма елементами конструкції запобігають проходженню звукових хвиль, забезпечуючи високу ефективність екрану. Завдяки такому поєднанню відбивних і поглинальних властивостей огорожа значно знижує рівень шуму на захищеній території та забезпечує довговічність і стабільність усієї системи.

Усі описані види шумозахисних екранів та їх вузлів зображено нижче на рисунках 7.5 – 7.17.

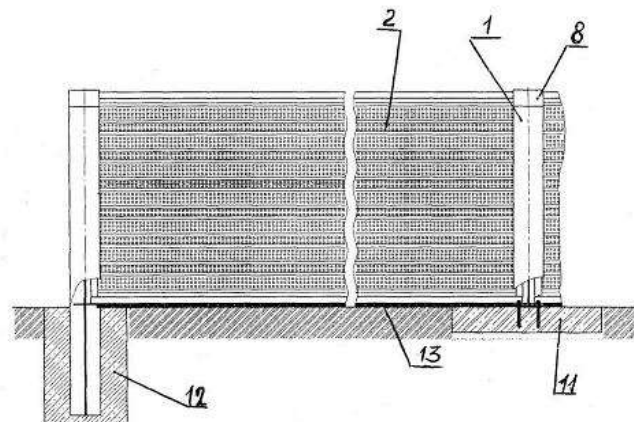


Рис.7.5 - Зображено шумозахисний екран, вигляд спереду.



Рис.7.6 - шумозахисний екран, вигляд збоку.

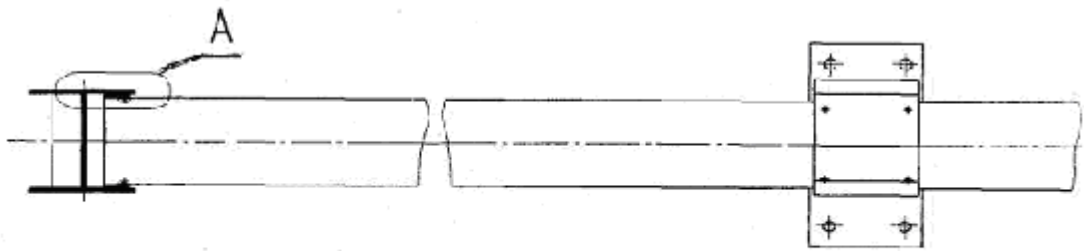


Рис.7.7 - шумозахисний екран, вигляд зверху.

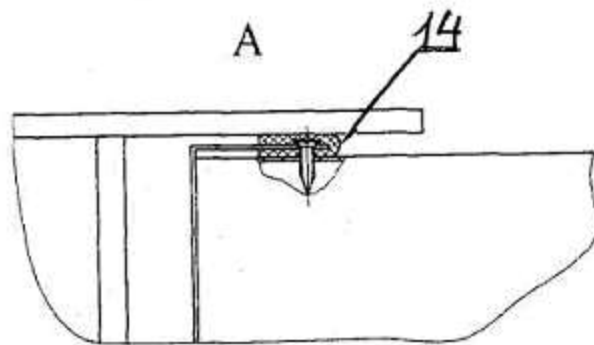


Рис.7.8 – зображено вигляд вузол А, що на рис.7.7.

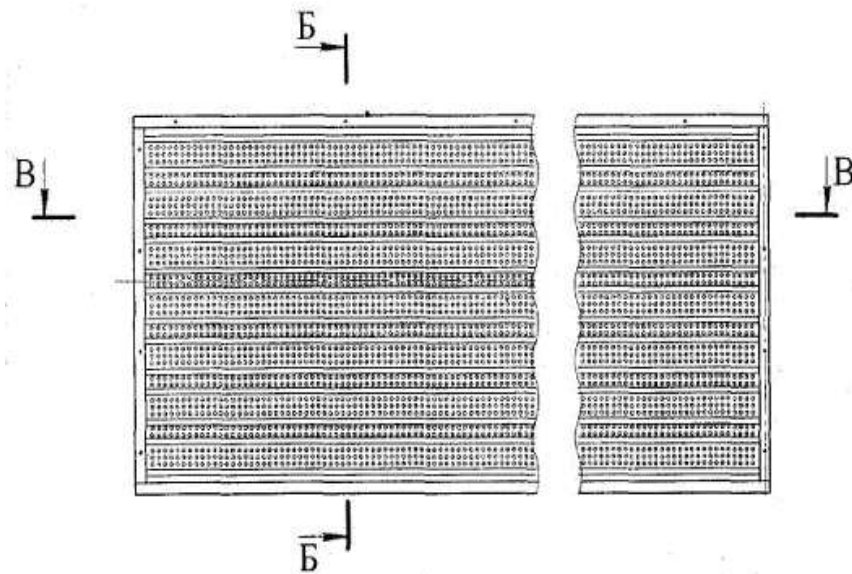


Рис.7.9 – зображено панель, вигляд спереду.

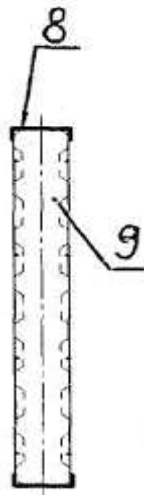


Рис.7.10 Зображено варіант кришки.



Рис.7.11 Варіант кришки для багатоярусного шумозахисного екрану.

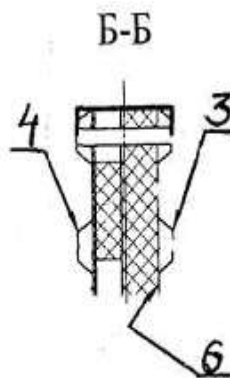


Рис.7.12 - шумозахисний екран із односторонньою перфорацією, розріз Б-Б, що зображено на рис.7.9.

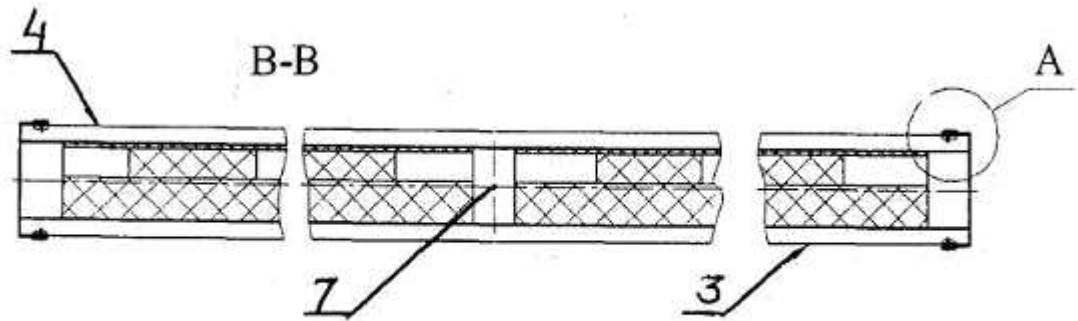


Рис.7.13 - шумозахисний екран із односторонньою перфорацією, розріз В-В, що зображено на рис.7.9.

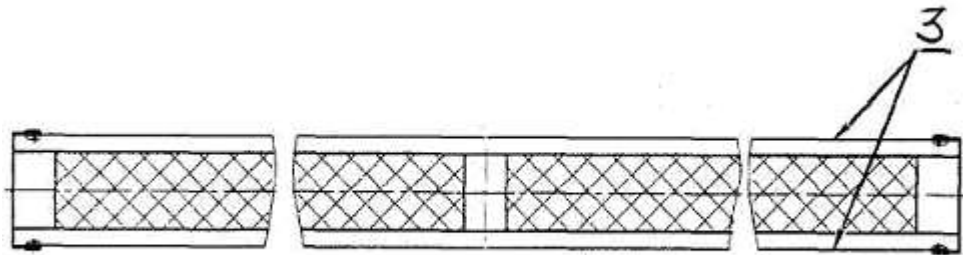


Рис.7.14 - шумозахисний екран з двосторонньою перфорацією, розріз В-В, що зображено на рис.7.9.

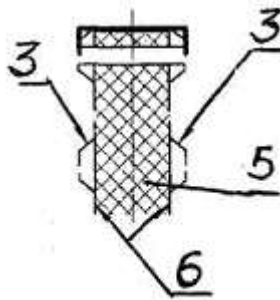


Рис.7.15 - шумозахисний екран із двосторонньою перфорацією, розріз Б-Б, що зображено на рис.7.9.

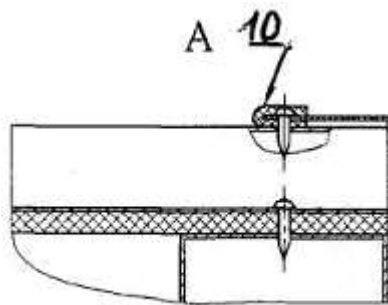


Рис.7.16 – зображено вузол А, що є зображено на рис.7.12.

7.2.6. Шумозахисна конструкція, яка складається з ряду плоских пластин, закріплених на рамі з проміжками між ними. Особливістю такого екрана є те, що самі пластини мають хвилеподібну (гофровану) форму, а їхні виступи орієнтовані таким чином, що гофри сусідніх елементів перетинаються під прямим кутом.

Цей технічний засіб належить до групи пристроїв, призначених для зниження рівня шуму, і може застосовуватися у різних сферах промисловості там, де необхідно зменшити вплив шумового навантаження.

Аналогічні рішення та їх недоліки. Існували відомі конструкції шумозахисних екранів, де на опорній стійці під певним нахилом кріпилися паралельні пластини з відігнутими нижніми краями. Такі моделі мали значні зовнішні габарити через конструктивні особливості цих пластин. Інший варіант шумозахисної системи передбачав набір плоских пластин, що теж монтувалися на рамі під кутом. Проте в такій конструкції проміжки між пластинами були однаковими по всій довжині та ширині, що зменшувало кількість відбиттів звукових хвиль і загалом погіршувало ефективність шумозахисту.

Сутність удосконалення. Метою розробки було підвищити акустичну ефективність екрана за рахунок зміни геометрії проміжків між пластинами та збільшення площі їх поверхні. Це мало забезпечити додаткове гальмування звукових хвиль, збільшення кількості їх відбиттів і, відповідно, підвищення звукового опору конструкції.

У запропонованому варіанті пластини виконано гофрованими та встановлено так, щоб хвилі сусідніх пластин були зорієнтовані перпендикулярно одна до одної. У результаті замість рівних зазорів утворюється система хвилеподібних, періодично змінних каналів у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Це сприяє значно активнішому розсіюванню енергії звукових хвиль, які відбиваються та втрачають інтенсивність при проходженні крізь таку складну структуру.

Конструктивне виконання. На кресленні графічної частини подано загальний вигляд екрана та його поперечний розріз. Система складається з опорної стійки, до якої закріплена рама. На рамі монтуються гофровані пластини. Гофри сусідніх пластин зорієнтовані під прямим кутом одна до одної, утворюючи максимальну

кількість змінних зазорів по висоті та ширині. Саме така комбінація збільшує кількість відбиттів звуку й уповільнює його подальше поширення в межах екрана.

Принцип роботи. Коли з боку джерела шуму на екран надходить звукова хвиля, частина її відбивається від першої гофрованої поверхні, а частина проходить углиб. Потрапляючи в зазор між пластинами, хвиля багаторазово змінює напрямок, неодноразово відбиваючись від гофр обох пластин. На кожному відбитті частина енергії втрачається через внутрішнє тертя. Далі хвиля переходить у наступний зазор, де процес повторюється: відбивання стає частішим, оскільки площа гофрованих поверхонь значно більша, ніж у плоских аналогів. Те, що гофри сусідніх пластин розташовані під прямим кутом, створює відбиття у двох взаємно перпендикулярних напрямках, що значно підвищує звуковий опір конструкції.

Крім того, гофровані пластини мають більшу жорсткість на вигин, завдяки чому створюється додатковий опір руху хвиль у вузьких проміжках. Такий екран може ефективно використовуватися у виробничих приміщеннях для зменшення шумового впливу від обладнання.

7.2.7. Акустичні екрани комбінованого типу з прозорих і напівпрозорих панелей.

Існують також шумозахисні системи, сформовані з панелей висотою близько одного метра, виготовлених із міцних полімерних матеріалів різної структури. Такі елементи умовно поділяють на три основні види:

1. Прозорі монолітні панелі (NV Guard). Працюють переважно за принципом відбиття звукових хвиль.
2. Пористі напівпрозорі панелі (NV Light). Поєднують відбивання й поглинання шуму. Доступні у різних кольорових варіантах: білий, бронзовий, синій, зелений, червоний.
3. Посилені багатокамерні напівпрозорі панелі (NV Strong). Забезпечують підвищене поглинання й відбиття. Можуть бути виконані у білому, бронзовому, синьому або зеленому кольорі.

Панелі цих типів можна комбінувати залежно від умов експлуатації та необхідної ефективності, оптимізуючи при цьому вартість шумозахисної конструкції.

Монтаж здійснюється шляхом фіксації панелей у алюмінієвих монтажних профілях, закріплених на сталевих стійках. Стійки анкеруються до фундаменту, який може бути стрічковим, пальовим або виконаним із цегли. Відстань між опорами зазвичай варіює від 2 до 3 метрів. За потреби верхню частину екрана можна виконати похилою - для підсилення відбиття звуку у його верхній зоні.

7.2.8. Металеві шумопоглинальні панелі.

Окрему групу становлять екрани, створені з металевих панелей, заповнених звукопоглинальним матеріалом. Такі системи демонструють високу ефективність у випадках, коли головним завданням є саме поглинання шуму, а не його відбиття.

Дані панелі є ефективним рішенням для установки акустичних екранів із великою ефективністю поглинання шуму.

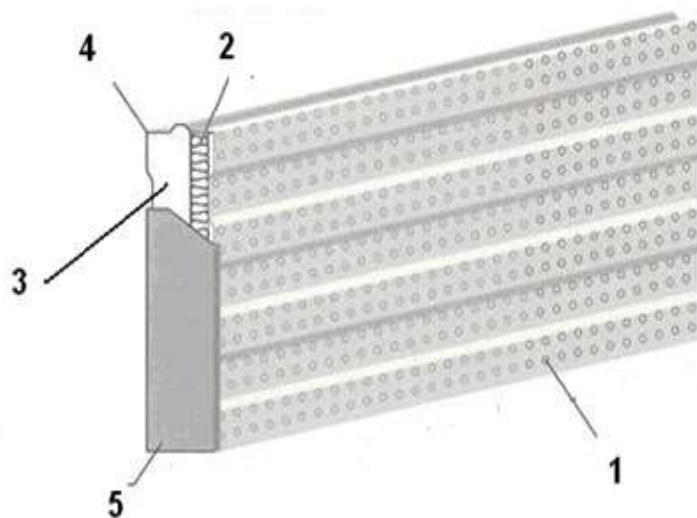


Рис.7.17 Конструкція металевих панелей акустичного захисту.

1. Передня стінка. Зроблена з оцинкованого металу обробленого тришаровим додатковим захистом та пофарбована з одного боку, товщиною 0,7 - 1 мм, з перфорацією 60 - 70%.

2. Комплексний мінеральний матеріал.

3. Прошарок повітря.

4. Задня стінка. Зроблена з оцинкованого металу обробленого тришаровим додатковим захистом і пофарбована із одного боку, товщиною 0,7 - 1 мм.

5. Торцевий профіль зроблений з оцинкованого металу обробленого тришаровим додатковим захистом і пофарбований з одного боку, товщиною 0,7.

Така конструкція панелей дає максимальний ефект поглинання шуму і звукових вібрацій. При цьому використання виключно якісних матеріалів робить їх достатньо стійкими до атмосферних явищ, що дозволяє експлуатувати їх в будь-яких кліматичних зонах. За бажанням замовника стінки панелей можуть бути зроблені з алюмінієвого листа з фарбувальним покриттям або без нього.

Даний тип екрану монтується в системі несучої конструкції зі сталевих двотаврових стійок за допомогою кріпильного спецементу. Сталеві стійки кріпляться за допомогою анкерних болтів до фундаменту. Відстань між стійками (довжина панелей) може варіюватись від 2000 мм до 5000 мм в залежності від місцевих умов. Фундамент залежно від потреби і місцевих умов, може бути пальових або стрічковим.

Даний тип екрана може бути як рівним, так і з нахиленою верхньою секцією, для більш ефективного відображення шуму у верхній частині області дії.

7.3. Порівняльна оцінка захисних екранів по ефективності дії, економічності та технологічності

У попередніх пунктах були проаналізовані різні підходи до зниження рівня шуму, підвищення звукоізоляції та мінімізації впливу шумового забруднення на довкілля, що завдає шкоди як рослинному, так і тваринному світу. Кожен із розглянутих методів має свої сильні й слабкі сторони. Сьогодні акустичні розрахунки відіграють важливу роль у проєктуванні та під час проведення оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС). Проте, на практиці такі розрахунки часто виконуються недостатньо якісно: інженери-проєктанти нерідко уникають застосування спеціалізованих програмних комплексів, які дозволяють моделювати поширення шуму та створювати шумові карти. Через це точність вибору ефективних шумозахисних заходів значно знижується, що не гарантує дотримання санітарних норм і вимог акустичного комфорту.

Недостатній рівень опрацювання проєктної документації призводить до того, що реалізовані шумозахисні рішення часто не виправдовують очікувань замовників.

На практиці це проявляється у слабкій ефективності встановлених конструкцій, їх недовговічності, естетичних недоліках або ускладненні роботи інших інженерних систем. Однією з головних причин таких проблем є поверхневий підхід до проектування: шумозахисні екрани та інші конструкції розглядаються як готові вироби, які нібито достатньо просто змонтувати у визначеному місці. При цьому не враховуються вимоги архітектури, специфіка навколишнього середовища, вплив транспортних потоків, інтереси місцевих мешканців, потреби у збереженні комунікацій, освітленості та інші фактори.

Для прикладу, в межах ОВНС для об'єктів транспортної інфраструктури акустичний аналіз часто обмежується лише визначенням місць встановлення та висоти шумозахисних екранів, розміщенням зелених смуг або вибором параметрів звукоізоляції для вікон. Подальше уточнення технічних рішень або їхня корекція з урахуванням суміжних інженерних розділів недобросовісними проєктувальниками здебільшого не виконується.

Під час розгляду різних шумозахисних конструкцій природно виникає запитання: скільки коштує їхнє встановлення і чи є такі інженерні рішення економічно обґрунтованими для сучасної дорожньої інфраструктури? На це запитання відповідають конструктивні особливості та ефективність шумозахисних екранів, які сьогодні вважаються одним із найрезультативніших засобів боротьби з небажаним шумом.

Вартість встановлення шумозахисної огорожі залежить від таких чинників:

- геометричних параметрів екрана;
- умов експлуатації та кліматичних впливів;
- характеристик ґрунту;
- необхідного рівня шумопригнічення;
- додаткових технічних вимог.

Загальна сума витрат включає:

- виконання вимірювань та проєктних робіт;
- виготовлення й монтаж несучих елементів;
- вартість самих панелей шумозахисного екрана;

- забезпечення фундаментів та матеріалів для їхнього улаштування.

Отже, головною метою розгляду даного питання у магістерській роботі є вибір найбільш доцільної конструкції шумозахисного екрана, яка б відповідала технологічним, економічним, експлуатаційним вимогам і вимогам екологічної безпеки, а також забезпечувала надійну та довговічну роботу споруди.

Висновки. Аналізуючи можливості зменшення шумового навантаження завдяки правильному плануванню територій та проєктуванню автомобільних доріг, можна стверджувати, що найефективнішим засобом залишається використання шумозахисних екранів. Вони відрізняються конструкцією, геометрією та принципом дії, що дозволяє адаптувати їх під конкретні вимоги. Тому, залежно від умов проєктування автодоріг чи міської інфраструктури, можна обирати різні види екранів або поєднувати їх між собою, забезпечуючи оптимальне вирішення поставлених інженерних завдань.

Отже, із урахуванням можливостей зниження рівня шуму шляхом раціонального містобудівного планування та інженерного проєктування автомобільних доріг, найбільш результативним рішенням також є використання шумозахисних екранів. Такі конструкції відрізняються між собою за конструктивним виконанням, конфігурацією та способом застосування. Тому залежно від поставлених перед проєктувальниками завдань у дорожній або міській інфраструктурі доцільно обирати відповідний тип шумозахисного екрана чи застосовувати їх поєднання для досягнення оптимального акустичного ефекту.

Висновки до розділу 7. У даному розділі проведено аналіз застосування шумозахисних екранів для зменшення шумового навантаження на автомобільних дорогах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Наказ по Луцькому національному технічному університету від 05 лютого 2025 року № 68/01-02.
2. ДБН В.2.3.4-2015. «Автомобільні дороги».
3. ДБН А.3.1- 5 – 2016. Організація будівельного виробництва.
4. СН 494. Норми потреби у будівельних машинах.
5. Правила приймання в експлуатацію закінчених будівництвом (реконструкцію) автомобільних доріг.
6. Методичні вказівки щодо визначення потреби в матеріалах, конструкціях та деталях у складі проектної документації на будівництво.
7. ДБН Д.2.2-27-99. Збірник 27. Автомобільні дороги.
8. ДСТУ 4100-2021. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.
9. ДСТУ 2587:21. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. Методи контролювання. Правила застосування.
10. ДСТУ Б.В.2.3-12-2004. Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови.
11. ДСТУ Б В.2.3-9-2003. Пристрої дорожні напрямні загальні технічні умови».
12. СОУ 45.2-00018112-006:2006. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт із будівництва, реконструкції, ремонту й утримання автомобільних доріг.
13. Кодекс законів про працю України».
14. Закони України «Про працю» та «Про охорону праці».
15. ДНАОП 5.1.14-1.01-96. Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства.
16. Типові положення, що затверджені Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.
17. Типовий проект 3.407-150. Заземлення опор повітряних ліній електропередач».
18. Правила визначення вартості будівництва.

19. ДБН Д.2.2-27-2016. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 27. Автомобільні дороги.
20. ДБН Д.2.2-1-99. Збірник 1. Земляні роботи.
21. ДБН Д.2.2-22-99. Збірник 22. Водовідвід – зовнішні мережі.
22. ДБН Д.2.2-23-99. Збірник 23. Каналізація – зовнішні мережі.
23. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Київ – 1999. – 32 с.
24. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму».
25. ГБН В.2.3-37641918-556:2015. Автомобільні дороги. Споруди шумозахисні. Вимоги до проектування.
26. ГБН В. 2.3-218-550:2010. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Зупинки маршрутного транспорту. Загальні вимоги до проектування. Поправки.
27. ДСТУ 3587-97. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану.
28. ДСТУ Б В.2.7-319:2016. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань. - К.: Мінрегіон України, 2016.
29. Випробування дорожньо-будівельних матеріалів: Лабораторний приклад /Золотарьов В.О., Братчун В.І, Космін О.В. та інш.; за ред. Золотарьова В.О. Навчальний посібник. – Харків: Видавництво ХНАДУ, 2006. – 352 с.
30. Методичні рекомендації по будівництву а/б покриттів із застосуванням роздрібнюваної гуми, К. 1985, 17 с.
31. Білятинський О. А. та ін. Проектування автомобільних доріг: Підручник. У 2 ч. Ч. 2. – К.: Вища шк., 1998. – 416с.
32. Бойчук В. С. Довідник дорожника. – К.: Урожай, 2002. – 560с.
33. Посібник з будівництва асфальтобетонних покриттів і основ автомобільних доріг і аеродромів.
34. Эрик Морис, Зносостійкий асфальт з гумовою добавкою довів свої переваги // Better Roads Magazin, 2007р.
35. ДСТУ Б В.2.7-127:2015. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щибенево-мастикові. - К.: Мінрегіон України, 2015.

