

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр

(ступінь вищої освіти)

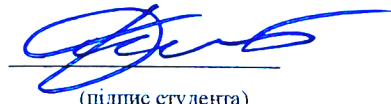
на тему: Обґрунтування вибору дорожнього одягу при будівництві об'їзної автомобільної дороги державного значення з тунельним перетином водної перешкоди

за освітньою Автомобільні дороги
програмою:

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ДА 2326 Дмитро КАССІР

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)



(підпис студента)

Керівник:

Ст. викл. Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)



(підпис)

Нормоконтролер:

Доцент Сергій БАЙДАК

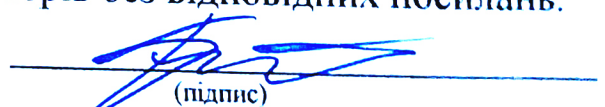
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)



(підпис)

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

Студент



(підпис)

Дніпро – 2024 рік

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

«Construction, Architecture and Infrastructure»

(faculty)

Transport Infrastructure

(department)

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

Justification of the choice of road clothing during the construction of a bypass road of state importance with a tunnel crossing of a water obstacle

according to educational curriculum: Highways

in the Speciality: 192 Construction and Civil Engineering

Done by the student of the group: ДА2326 / Dmytro Kassir /
(name, surname)

Scientific Supervisor: / Senior teacher Oleg Luzhitsky /
(position, name, surname)

Normative controller: / Associate Professor Sergiy Baidak /
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет науки і технологій

Факультет: Будівництво, архітектура та інфраструктура

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Рівень вищої освіти: Магістр

Освітня програма: Автомобільні дороги і аеродроми

Спеціальність: Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ТЮТКІН

(підпис)

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу _____ магістр _____
(ступінь вищої освіти)

студенту Кассіру Дмитру Сергійовичу

1. Тема роботи: Обґрунтування вибору дорожнього одягу при будівництві об'їзної автомобільної дороги державного значення з тунельним перетином водної перешкоди

Керівник роботи: Лужицький Олег Федорович, старший викладач

Затверджена наказом від « _____ » 202_р. № ____

2. Строк подання студентом роботи – 17 січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Район проектування – Львівська область	Категорія дороги – визначається розрахунком
Розрахункова швидкість, км/год - 90	Кількість смуг руху - встановлюється
Тип дорожнього покриття - капітальний	Перспективна інтенсивність: за розрахунком

4. Зміст пояснювальної записки:

1 Аналітична частина

Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою та нормативної документації на проектування

2 Основна частина

Розробка проекту будівництва об'їзної автомобільної дороги державного значення з тунельним перетином водної перешкоди

3 Економічна частина

Техніко-економічне порівняння варіантів дорожнього одягу на основі розробленого проекту

4 Охорона праці

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу: План, поздовжній профіль, поперечні профілі

6. Консультанти розділів роботи:			
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
2	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
3	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
4	Лужицький О.Ф., ст. викл.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

ч.№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.	01.11.2024	10
2	Вимоги і норми проектування плану, профілів автодоріг	15.11.2024	10
3	Проект будівництва об'їзної автомобільної дороги державного значення з тунельним перетином водної перешкоди	30.11.2024	25
4	Розробка варіантів дорожнього одягу	07.12.2024	15
5	Техніко-економічне порівняння варіантів дорожнього одягу. Обґрунтування рекомендованого варіанту	30.12.2024	20
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.01.2025	10
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	17.01.2025	10
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	25.12.2025	

Студент

_____ (підпис)

Дмитро КАССІР

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

(рівень освіти)

70 с., 13 рис., 10 табл., 1 додаток, 21 джерело.

Об'єкт дослідження – обґрунтування вибору дорожнього одягу при будівництві об'їзної автомобільної дороги державного значення з тунельним перетином водної перешкоди в проєкті автомобільної дороги, Львівська область.

Предмет дослідження – технології дорожнього одягу при будівництві об'їзної автомобільної дороги.

Мета роботи – обґрунтування вибору типу дорожнього покриття при відомих вихідних даних про існуючу територію на основі проєкту автомобільної дороги Львівська область.

Методи дослідження. У роботі використовувалися статистичний аналіз і натурні спостереження для визначення параметрів плану, поздовжнього профілю і технічного стану автомобільної дороги. Розрахунки виконувались за програм Excel та Radon UA.

Одержані результати. У магістерській роботі проведено огляд наукових досліджень щодо технологій будівництва автомобільної дороги. Наведено результати розрахунку різних типів дорожнього одягу на етапі проєктування застосовуючи різні технології будівництва. Проаналізовано технічні та економічні аспекти п'ятих варіантів дорожнього одягу. За результатами виконаних розрахунків наведено рекомендації щодо обґрунтування найбільш раціонального варіанту дорожнього одягу та надана оцінка надійності їхньої роботи.

Ключові слова: дорожній одяг, автодорожнє покриття, надійність дорожнього покриття.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи	10
1.2 Вимоги та норми до проектування нежорстких дорожніх одягів.....	13
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	28
2.1 Інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів	28
2.2 Порівняння варіантів проходження траси.....	30
2.3 Основні конструктивні рішення варіантів.....	34
2.4 Забезпечення надійності та безпеки (організація дорожнього руху)	40
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	42
3.1 Розрахункові варіанти конструкцій	42
3.4 Техніко-економічне порівняння варіантів конструкцій дорожніх одягів	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	47
4.1 Загальні заходи охорони праці	47
4.2 Вимоги безпеки до підготовчих робіт.....	48
4.3 Вимоги безпеки під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг	51
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67
ДОДАТОК А.....	70

ВСТУП

У умовах воєнного стану критично важливо забезпечити безперервну роботу автомобільних доріг та залізничних колій для забезпечення ефективного експорту сировини, продукції та інших товарів. Транспорт є однією з основних галузей економіки України, яка включає в себе розвинену мережу автомобільних, залізничних шляхів та інших видів транспорту. Ця система задовольняє потреби користувачів транспортних послуг та створює умови для комерційного розвитку. Тому, виникає необхідність у будівництві нових лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури.

Національна транспортна стратегія України до 2030 року передбачає поліпшення стану автомобільних доріг шляхом:

- розширення кількості проектів з будівництва доріг;
- впровадження незалежної системи контролю якості дорожніх проектів;
- застосування сучасних технологій у будівництві доріг;
- підвищення пропускної здатності дорожньої мережі через інтеграцію інтелектуальних транспортних систем.

В Україні, як і в інших країнах, процеси нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту автомобільних доріг ґрунтуються на сучасних науково-технічних досягненнях і відповідають актуальним нормативним вимогам. Багато питань вирішуються безпосередньо під час експериментального будівництва.

Будь яке будівництво автомобільних доріг завжди базуються на основі вихідних даних та даних геодезичних та геологічних вишукувань. Якісне вишукування відображається на етапах проектування, будівництва та експлуатації доріг. В роботі розглядаються варіанти нової автомобільної дороги проекту ділянки об'їзної з тунельним перетином водної перешкоди. Також розроблені та проаналізовані п'ять варіантів дорожнього одягу та обґрунтовано обраний варіант.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи

Розрахунок міцності дорожнього одягу в Україні спирається на дослідження як вітчизняних, так і зарубіжних науковців. Їхні роботи охоплюють різноманітні типи конструкцій, матеріалів та методів розрахунку, що дозволяє всебічно вивчити питання проектування та експлуатації дорожнього покриття. Серед українських дослідників слід відзначити Гамеляка І. П., Карафізі Л. М., Кірічека Ю. О., Балашову Ю. Б., Павленко Н. В. та інших. Також були проаналізовані праці зарубіжних авторів.

У роботі Кривобок О. В. та Биковець М. М. [1] досліджено переваги й недоліки використання цементобетону в дорожньому будівництві, виконано розрахунки зносу жорсткості доріг, підбрано оптимальні склади, а також проведено лабораторні випробування фізико-механічних характеристик цементобетону. Економічний аспект є одним із ключових критеріїв у виборі типу дорожнього покриття. Зважаючи на сучасні ціни на асфальт в Україні, облаштування жорсткого дорожнього покриття вважається економічно вигідним навіть у післявоєнний період.

Закордонні дослідники в роботі [2] розглядають проектування службової дороги між терміналами аеропорту. Для цього використовується метод аналізу компонентів, заснований на розрахунках відповідно до стандарту SNI-1731-1989-F для визначення ширини дороги, необхідної для передбачуваних потреб. Далі проводяться розрахунки товщини дорожнього покриття та необхідної міцності конструкції, а також оцінка вартості будівництва службової дороги в аеропорту імені Х. Хасана Ароебосмана в Енде. Автори використовували ціни, визначені відповідно до стандартів SNI і PM 78 (2014 рік).

У статті Т. А. Терещенко та С. І. Ілляша [3] проаналізовано стандартні методи випробування дорожніх покриттів під навантаженням, які широко застосовуються для оцінки стану конструкцій на етапах будівництва, експлуатації та передпроектного обстеження. Методи класифікуються за типом навантаження: статичне, циклічне та ударне. Дослідження об'єднало світовий

досвід дорожнього будівництва для аналізу та огляду цих стандартів. Зроблено висновки про доцільність впровадження відповідних стандартів в Україні з метою вдосконалення методів тестування, підвищення якості оцінювання та оптимізації управління станом дорожніх конструкцій.

Стаття [4] присвячена ініціюванню початкових умов у моделі дорожнього покриття для теплового аналізу з урахуванням нестационарної теплопередачі. Процедура передбачає тривалі обчислення для формування початкового температурного розподілу, який слугує базою для подальшого аналізу теплопередачі. Проведено числовий експеримент для чотирьох варіантів параметрів моделі теплопередачі у багатошаровій системі, що моделює дорожнє покриття (два варіанти гнучких покриттів та два варіанти із шаром пінобетону). Обчислення виконувалися для трьох амплітуд синусоїдальної функції, що моделює зміну температури, а також для однієї конфігурації параметрів із використанням реальних даних, отриманих датчиком у дорожньому покритті. Результати підтвердили ефективність представленого методу для ініціації початкових умов у рівнянні теплопередачі.

Українські фахівці в роботі [5] досліджували асфальтобетонне покриття, призначене для автомобільних мостів, враховуючи вплив температури навколишнього середовища та транспортного навантаження на залишковий термін служби покриття. Виявлено кілька негативних факторів, які скорочують залишковий ресурс мостового асфальтобетонного покриття, зокрема різниця у модулі пружності між залізобетонною основою та асфальтобетоном, а також відмінності в коефіцієнтах лінійного теплового розширення. До інших негативних факторів належать навантаження від коліс транспорту, температурні коливання, замерзання і відтавання води у порах та пошкоджених місцях. Одним із ключових висновків є недостатнє вивчення і впровадження полімерних добавок для регулювання властивостей асфальтобетону. Урахування впливу температури та транспортного навантаження під час оцінки тріщиностійкості дозволяє більш точно визначати залишковий ресурс покриття. Використання асфальтобетонного покриття з покращеними властивостями завдяки додаванню

полімерного латексу сприяє продовженню терміну його експлуатації, що зменшує витрати на ремонт і обслуговування як покриття, так і мостових споруд загалом.

У роботі [6] вчені досліджували цементобетонне покриття, акцентуючи увагу на його недоліках, зокрема низькій міцності на розтяг, недостатній жорсткості та швидкому розвитку тріщин під час експлуатації. Це суттєво впливає на безпеку і довговічність покриття. У статті наведено огляд сучасних підходів до покращення жорсткості цементобетону та методів її оцінки. Встановлено, що властивості цементобетону залежать від його складу, внутрішньої структури, розміру агрегатів, властивостей цементу та добавок. Використання гуми чи волокон у бетоні покращує його жорсткість, але ці добавки мають бути обмежені: гума не повинна перевищувати 30% об'єму дрібних складових, а волокна – 2% об'єму бетону. Жорсткість бетону оцінюється за його поведінкою при згині, ударах та руйнуванні. Для шосе і міських доріг основними є випробування на згин і руйнування, тоді як для аеродромів більше уваги приділяється ударній жорсткості. Зазначено, що заходи з підвищення жорсткості бетону, такі як додавання гуми чи волокон, мають свої недоліки, а впровадження високожорсткого бетону стикається з численними викликами. Подальші дослідження необхідні для розробки нових гнучких добавок та вдосконалення методів оцінки жорсткості цементобетону.

У статті [7] українські дослідники аналізували прогнозування довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг під впливом транспортних засобів. Під час проектування дорожнього покриття необхідно враховувати запас міцності матеріалів для витримування навантажень з урахуванням інтенсивності руху, конфігурації транспортного потоку та його розподілу по ширині дороги. Розроблено метод прогнозування довговічності на основі впливу транспортних засобів на цементобетонне покриття. Запропоновано визначати ступінь пошкодження покриття внаслідок впливу горизонтальних розтягуючих напруг при згині. Для оцінки довговічності розроблено аналітичну залежність, що враховує обсяг руху (визначений за методикою ГБН В.2.3-37641918-557) та

максимальне допустиме розрахункове навантаження, яке здатне витримувати цементобетонне покриття.

У дослідженні [8] вчені університету провели аналіз різних типів дорожніх покриттів, таких як асфальтобетон, цементобетон і бруківка, з метою визначення оптимального варіанта для конкретного проєкту. Основними критеріями оцінки стали продуктивність, довговічність, економічна ефективність та екологічний вплив. Розроблений підхід дозволяє враховувати кліматичні, погодні та економічні умови для раціонального вибору будівельних матеріалів та методів будівництва, які забезпечують якість і зносостійкість дорожнього покриття.

Застосування методу аналізу ієрархій (MAI) дозволяє структуровано оцінювати варіанти дорожніх покриттів за низкою критеріїв. Цей підхід передбачає створення ієрархії факторів, визначення їхньої вагомості через попарне порівняння, обчислення вагових коефіцієнтів і остаточну оцінку альтернатив. На основі такого аналізу обирається найкращий варіант покриття для конкретних умов і завдань.

У процесі аналізу розглядалися десять ключових вимог до дорожніх конструкцій та три основні типи покриття. Комплексний підхід забезпечив вибір найбільш ефективного рішення за критеріями продуктивності, тривалості експлуатації, витрат і екологічної безпеки. Методика також включає врахування специфічних вимог клімату та економічних факторів, що впливають на довговічність і якість дорожнього одягу.

Підхід має прикладне значення для промислових підприємств, дозволяючи оптимізувати вибір складу дорожнього покриття та будівельних технологій. Це сприяє швидкому поверненню інвестицій із мінімальними витратами та максимальним прибутком. Модель також охоплює етапи проєктування, будівництва та подальшої експлуатації, забезпечуючи ефективність та економічну доцільність у будівельній галузі.

1.2 Вимоги та норми до проєктування нежорстких дорожніх одягів

Загальні положення.

У затвердженому проєктному рішенні мають бути передбачені заходи,

спрямовані на забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху, включно з пішоходами на переходах, як під час будівництва, так і на період експлуатації. Важливо також забезпечити відповідність експлуатаційних характеристик автомобільної дороги та її окремих елементів вимогам чинних нормативів протягом усього міжремонтного періоду.

У випадках проектування доріг у складних геологічних чи гідрогеологічних умовах, сейсмонебезпечних зонах, або якщо умови експлуатації відрізняються від передбачених нормативними документами, необхідно враховувати додаткові дослідження. Такі дослідження повинні проводитися під час експлуатації дороги для аналізу змін основних параметрів і адаптації конструктивних рішень до реальних умов.

Класифікація автомобільних доріг.

Автомобільні дороги загального користування поділяються за рівнем важливості згідно з положеннями закону [7]. Технічна класифікація таких доріг, заснована на розрахунковій середньодобовій інтенсивності руху, представлена в Таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Технічна класифікація автомобільних доріг

Категорія дороги	Розрахункова перспектива інтенсивність руху, авт/доб	
	У транспортних одиницях	У приведених одиницях до легкового автомобіля
I-а, I-б	Понад 10000	Понад 14000
II	Від 3000 до 10000	Від 5000 до 14000
III	Від 1000 до 3000	Від 2500 до 5000
IV	Від 150 до 1000	Від 300 до 2500
V	До 150	До 300

Поперечний профіль

Основні параметри геометрії поперечного профілю дороги необхідно визначати відповідно до її категорії, як зазначено в таблиці 1.2, а трисмугові дороги слід проектувати згідно з вимогами національних стандартів. У разі відповідного техніко-економічного обґрунтування параметри дороги можуть

бути збільшені. Ширина об'їзної дороги повинна забезпечувати можливість облаштування тимчасових швидкісних смуг для лівого повороту, пішохідних переходів над дорогою, опор мостів тощо. Якщо відстань між такими об'єктами становить менше 0,5 км, ширину розділювальної смуги не слід зменшувати до мінімальних значень, визначених у таблиці 1.3, а за наявності обґрунтування її довжина може бути збільшена.

Таблиця 1.2-параметри поперечного профілю автомобільних доріг

Показник	Одиниця вимірювання	Категорія доріг					
		I-а	I-б	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість смуг руху	шт	4;6;8	4;6	2	2	2	1
Ширина смуги руху	м	3,75	3,75	3,75	3,50	3,00	4,50
Ширина узбіччя, у тому числі	м	3,75	3,75	3,75	2,50	2,00	1,75
Ширина зупиночної смуги разом з укріпленою смугою	м	2,50	2,50	2,50	-	-	-
Ширина укріпленої смуги	м	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50	-
Ширина розділювальної смуги	м	6,00	3,00	-	-	-	-
Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі	м	0,75	0,50	-	-	-	-

Кількість смуг руху на дорогах I категорії визначається згідно з таблицею 1.3, враховуючи середньорічну та добову інтенсивність руху, а також особливості рельєфу місцевості.

Таблиця 1.3- Кількість смуг руху залежно від інтенсивності руху

Рельєф місцевості	Інтенсивність руху, приведена од/доб	Кількість смуг
Рівнинний та горбистий	До 40000	4
	Від 40000 до 80000	6
	Понад 80000	8
Гірський	До 34000	4
	Від 34000 до 70000	6
	Понад 70000	8

На прямих ділянках доріг усіх категорій проїзну частину проєктують із двосхилим поперечним профілем. У разі поетапного будівництва, коли спочатку споруджується лише одна смуга руху, передбачається односхилий поперечний профіль проїзної частини. Під час реконструкції доріг категорії І-б допускається збереження існуючого похилого профілю, за умови забезпечення належного водовідведення з проїзної частини та розділювальної смуги.

Поперечний ухил проїзної частини залежить від типу покриття:

- для асфальтобетонного або цементобетонного покриття – 25‰;
- для гравійного або щебеневого покриття – 25-30‰;
- для покриттів із ґрунту чи місцевих матеріалів, укріплених в'язучими, – 25-30‰.

Узбіччя мають більший поперечний ухил порівняно з проїзною частиною:

- 30-40‰ – для армованих в'язучими матеріалами;
- 40-60‰ – для укріплених гравієм чи щебенем;
- 50-60‰ – для укріплених травопосівом або дерном.

Якщо узбіччя покриті бітумом або цементобетоном, ухил узбіччя прирівнюється до ухилу проїзної частини.

Перехід від двосхилого до односхилого профілю на поворотах виконується в межах перехідної кривої або на прилеглій прямій ділянці відповідної довжини. Для доріг групи І повороти проєктуються з окремими поперечними ухилами в різних напрямках, а водовідвідні споруди розташовуються в розділювальній зоні.

На поворотах зовнішній ухил узбіччя відповідає ухилу проїзної частини. Якщо встановлені бар'єрні чи тросові огороження, ухил узбіччя може залишатися таким самим, як на прямих ділянках.

Додатковий поздовжній ухил зовнішнього краю проїзної частини обмежується:

- для доріг I-II категорії – 5‰;
- для доріг III-IV категорії на рівнинній місцевості – 10‰;
- для доріг IV-V категорій у гірських і горбистих районах – 20‰.

При радіусах кривої менше 750 м проїзна частина розширюється за рахунок узбіччя або підвищується нижній рівень земляного полотна. Розширення смуги руху відповідно до її ширини наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Розширення однієї смуги руху на горизонтальних кривих.

Радіуси кривих, м	551-750	401-550	301-400	201-300	151-200	91-150	30-90
Величина розширення, м	0,2	0,25	0,3	0,35	0,5	0,6	0,7

У випадках, коли є дві або більше смуг руху в одному напрямку, розширення проводиться лише на двох крайніх смугах, а тимчасові смуги не підлягають розширенню. Якщо ширини придорожньої смуги недостатньо для влаштування розширеної проїзної частини, необхідно здійснити розширення нижнього рівня. Розширення проїзної частини здійснюється пропорційно її довжині від початку перехідно-швидкісної смуги, так щоб повне розширення було досягнуто до початку кривої.

У межах увігнутих кривих поздовжнього профілю, де різниця ухилів перевищує 60‰, ширина проїзної частини має бути збільшена на 0,5 м з кожного боку узбіччя для доріг II-III категорій та на 0,25 м для доріг IV-V категорій, порівняно з розмірами, зазначеними в таблиці 2.

Довжина розширення проїзної частини на вертикальній увігнутій кривій має становити 100 м для доріг II-III категорій та 50 м для доріг IV-V категорій.

Перехід до розширеної проїзної частини має бути передбачений на ділянках довжиною 25 м для доріг II-III категорій і 15 м для доріг IV-V категорій.

У гірських районах, а також на ділянках важливих виробничих зон, автомагістралей або ділянках з додатковими смугами для підйому ширина узбіччя може бути зменшена до 1,5 м для доріг I-II категорій і до 1 м для доріг III-V категорій.

План і поздовжній профіль.

Зазвичай траси автомобільних доріг проектуються як плавні лінії, що інтегруються в навколишній ландшафт, з узгодженням елементів планування, поздовжніх та поперечних перерізів, при цьому враховується їхній вплив на умови руху та візуальне сприйняття дороги.

Проектування планів та поздовжніх розрізів повинно базуватися на інтенсивності руху та забезпеченні безпеки і комфорту водіїв, з урахуванням можливості подальшої реконструкції дороги після завершення проектного періоду.

Для планувальних та поздовжніх елементів основні параметри встановлюються наступним чином:

- Поздовжній ухил — не більше 30%;
- Відстань видимості на зупинках транспортних засобів — не менше 450 м;
- Радіус кривих на дорозі — більше 3000 м;
- Радіус опуклих кривих у поздовжньому профілі — понад 70000 м;
- Радіус увігнутих кривих у поздовжньому профілі — понад 8000 м;
- Довжина опуклих кривих у поздовжньому профілі — понад 300 м;
- Довжина увігнутих кривих у поздовжньому профілі — більше 100 м.

У випадках, коли рельєф або інші місцеві умови не дозволяють виконати ці вимоги, або їх реалізація потребує значних витрат та складних робіт, допускається зменшення нормативних параметрів до максимально допустимих значень, що визначаються проектом і розрахунковою швидкістю, згідно з таблицею 1.5.

Таблиця 1.5-Проектні та розрахункові швидкості

Найменування елементів	Параметри залежно від розрахункових швидкостей, км/год										
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
Найбільший поздовжній похил, ‰	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100
Найменший радіус кривої у плані, м	1000	800	700	600	450	300	225	150	100	65	30
Найменший радіус кривої у профілі, м: -опуклої	15000	12000	11000	10000	9000	8500	5500	3500	2000	1000	500
-увігнутої	4400	3700	3200	2600	2100	1700	1300	1000	700	500	300
Найменша відстань видимості, м: -для зупинки автомобіля	335	290	250	210	175	145	115	90	70	50	35
-зустрічного автомобіля	-	-	-	-	320	270	220	180	150	120	-

Максимальний поздовжній ухил на пологих кривих з радіусом 50 м або менше повинен бути знижений на величину, вказану в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6- Зменшення поздовжніх похилів автомобільних доріг на кривих у плані.

Радіус кривої у плані, м	50	45	40	35	30
Зменшення найбільших поздовжніх похилів проти наведених у таблиці 5	10	15	20	25	30

При проектуванні доріг I категорії на окремих земляних полотнах для різних напрямків руху поздовжній ухил на спуску може бути більшим за ухил на підйомі, але не повинен перевищувати 20%. На ділянках доріг у гірських

районах дозволяється поздовжні ухили на підйомах, що перевищують 60‰, за умови влаштування майданчиків для зупинки транспортних засобів на відстанях, зазначених у таблиці 1.7, і ці відстані не повинні бути перевищені.

Таблиця 1.7- Довжина ділянок із затяжним похилом у гірських умовах

Поздовжній похил, ‰	Довжина ділянки, м
60	2200
70	1900
80	1600
90 і більше	1200

Прямі ділянки та криві з радіусом 2000 м або менше повинні з'єднуватися перехідними кривими. Площинні криві слід поєднувати з поздовжніми, причому довжина площинної кривої повинна бути на 100-150 м більшою за довжину поздовжньої кривої. Не рекомендується суміщати кінці площинної кривої з початком поздовжньої, і бажано, щоб відстань між ними становила не менше 150 м. На крутих гірських схилах дороги повинні проектуватися у вигляді серпантинів, при цьому критерії їх проектування мають відповідати вимогам таблиці 1.8. Серпантини з радіусом менше 30 м можуть бути застосовані тільки на дорогах IV-V категорій, де заборонено рух транспортних засобів з висотою більше 11 м.

Відстань між двома сусідніми меандровими кривими повинна бути не меншою за 400 м для доріг I-III категорій, 300 м для доріг IV категорії та 200 м для доріг V категорії.

Таблиця 1.8-Норми проектування серпантинів.

Параметри елементів серпантинів	Норми проектування серпантинів при розрахунковій швидкості руху, км/год		
Найменший радіус кривої в плані, м	30	20	15
1	2	3	4
Поперечний похил проїзної частини на віражі, ‰	60	40	30
Довжина перехідної кривої, м	30	25	20
Розширення проїзної частини (2 смуги руху), м	2,2	3,0	3,5
Найбільший поздовжній похил на ділянках серпантинів, ‰	30	35	40

Земляне полотно.

Підструктура повинна бути спроектована відповідно до галузевих стандартів з урахуванням наступних факторів:

- категорія дороги;
- висота насипу та глибина виїмки;
- тип дорожнього покриття;
- властивості ґрунту для земляного полотна;
- умови праці при будівництві земляного полотна;
- природні умови району будівництва та інженерно-геологічні особливості майданчика;
- досвід експлуатації доріг у даній місцевості для забезпечення міцності;
- стійкість і довговічність земляного полотна та покриття при мінімальних витратах на будівництво та утримання;
- максимальне збереження цінних земель;
- мінімізація шкоди навколишньому середовищу.

Конструкція дорожнього одягу включає такі елементи:

- робочий шар — верхній шар, що знаходиться під дорожнім покриттям на глибині не менше 1,5 м від поверхні дороги;

- тіло насипу;
- основа насипу — природний ґрунт, розташований нижче ґрунту насипу або робочого шару;
- основа виїмки — ґрунтовий масив, що лежить нижче робочого шару;
- похила частина виїмки;
- споруди для відведення поверхневих вод;
- споруди для зниження або відведення ґрунтових вод;
- геотехнічні конструкції для захисту ґрунту від небезпечних геологічних процесів.

Погодно-кліматичні та природні умови району будівництва визначають принципи проектування дорожнього одягу та критерії для його міцності та стійкості. Також важливими є ґрунтові, гідрологічні умови та досвід експлуатації доріг.

Топографічні, інженерно-геологічні умови, зволоження та ступінь стоку води класифікуються на три типи:

1. Тип 1 — сухі ділянки, де поверхневі та ґрунтові води не впливають на вологість верхніх шарів ґрунту.

2. Тип 2 — вологі території, де можливе короткочасне затоплення поверхневими водами (до 30 днів), але ґрунтові води не впливають на вологість верхніх шарів ґрунту.

3. Тип 3 — вологі території, які завжди мають надмірну кількість вологи і можуть бути затоплені як поверхневими, так і підземними водами протягом тривалого періоду.

Конструкція земляного полотна в поперечному профілі повинна бути розроблена відповідно до типових рішень із врахуванням конкретних умов проектування. Спеціальні рішення щодо конструкції поперечного профілю, що потребують відповідних обґрунтувань, визначаються для таких випадків:

- для насипів висотою понад 12 м;
- для насипів, що мають тимчасове або постійне затоплення укосів;
- для насипів, що будуються на болотах глибиною понад 4 м, з

виторфовуванням або при поперечних похилах дна болота більше 1:10;

- для насипів на слабких ґрунтах;
- при використанні в насипах ґрунтів підвищеної вологості;
- при застосуванні спеціальних прошарків для регулювання водно-теплого режиму верхньої частини земляного полотна;
- для виїмок глибиною понад 12 м у нескельних ґрунтах або більше 16 м у скельних ґрунтах;
- для виїмок у шаруватих ґрунтах за несприятливих гідрогеологічних умов;
- для виїмок і насипів, що будуються у складних інженерно-геологічних умовах, зокрема на крутосхилах із крутизною більше 1:3, на ділянках із можливими зсувами, карстом, обвалами, осипами, селевими потоками, сніговими лавинами тощо;
- на ділянках, де використовуються дренажні системи та інші споруди для забезпечення стійкості земляного полотна.

Земляне полотно в складних інженерно-геологічних умовах

На гірських схилах з ухилом 1:3 або більшим земляне полотно має бути влаштоване на спеціально вирубаній полиці або за допомогою нижньої підпірної стінки. Для ділянок з ухилом від 1:5 до 1:3 земляне полотно слід будувати на насипу або на напівнасипному напіввиїмковому профілі з полицею шириною від 0,3 м до 4,0 м і висотою до 1,0 м. Поличка повинна мати ухил у напрямку донизу від 10‰ до 20‰.

Забезпечення стабільності дорожнього полотна разом із схилом вимагає комплексного підходу, що включає видалення вразливих ґрунтів або їх використання як основу для насипів із застосуванням спеціальних стабілізуючих заходів, що дозволяють зменшити і прискорити осідання та усунути неприпустимі пружні коливання.

На ділянках, де насипи проектуються на крихких основах, потрібно вжити спеціальних заходів, щоб дозволити використовувати ці ґрунти для основ насипів. Це включає зменшення крутизни укосу, влаштування бічних насипів, коригування тимчасового перевантаження під час будівництва, організацію

вертикального дренажу та зміцнення основи геосинтетичними матеріалами.

У разі засолення ґрунтів, конструкція земляного полотна повинна враховувати рівень їх засолення. Слабо- та середньозасолені ґрунти можуть бути використані для стандартних насипів з робочими шарами згідно з вимогами для незасолених ґрунтів або спроектовані індивідуально на основі розрахунків. Високозасолені ґрунти можуть бути використані для будівництва насипів, але для запобігання подальшому засоленню робочих шарів необхідно вжити спеціальних заходів.

У випадках, коли ґрунти містять надмірну кількість солей, їх використання повинно бути обґрунтоване розрахунками, що передбачають заходи нейтралізації їх негативного впливу.

Дорожнє полотно на зрошуваних землях повинно бути спроектоване так, щоб мінімізувати площу, що підлягає зрошенню, і зменшити вплив зрошувальної системи на водний та тепловий режим цих земель.

Проектування на зсувонебезпечних ділянках, карстових, підроблюваних територіях, а також на територіях, схильних до селєвих потоків, лавин, каменепадів, просідань, набухання чи ерозії, повинно відповідати вимогам ДБН В.1.1-3 та ДБН В.1.1-25.

Дорожній одяг

Вибір конструкції дорожнього одягу та матеріалів покриття має базуватися на транспортно-експлуатаційних вимогах, інтенсивності руху, складі транспортних засобів, кліматичних, ґрунтових і геологічних умовах, санітарних вимогах, а також вимогах безпеки та комфорту. Крім того, необхідно враховувати доступність місцевих будівельних матеріалів.

При розробці проектної документації для будівництва або реконструкції автомобільних доріг категорій I-II та інших, що є частиною міжнародних та національних транспортних коридорів, рекомендується передбачити покриття з щєбенево-мастикового асфальтобетону з полімерними або адгезійними добавками. Таке покриття також повинно бути передбачене на транспортних розв'язках, з'їздах та в'їздах, де ці дороги перетинаються або прилягають одна до

одної. Типи покриттів, їх сфери застосування та матеріали покриття можна знайти в Таблиці 1.9.

Таблиця 1.9- Сфера застосування покриттів дорожнього одягу.

Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Матеріал верхнього шару покриття
1	2	3
I-а, I-б, II	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий першої марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон.
III	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий першої марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон.
IV	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий першої марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон.
	Удосконалений полегшений	Кам'яні матеріали, а також підібрані матеріали з промислових відходів, оброблені в'язучими методом змішування в установці чина дорозі (у тому числі холодний ресайклінг) або просочування з улаштуванням шару зносу
V	Удосконалений полегшений	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий другої марки, асфальтобетон холодний, кам'яні матеріали або ґрунти, оброблені в установці або на дорозі(у тому числі холодний ресайклінг) або просочування з улаштуванням шару зносу.
	Перехідний	Ґрунти, оброблені в установці або на дорозі або покращені добавки.

Дорожній одяг може складатися з одного чи кількох шарів. Якщо покриття складається з кількох шарів, то це включає дорожній одяг, основний шар та, за необхідності, додаткові шари основи.

Покриття повинно бути міцним і рівним, з відповідною шорсткістю. Воно повинно витримувати пластичні деформації влітку та зберігати цілісність під час

прогинів весною та осінню, а також під час зимового розтягування через холод. Щоб зберегти шорсткість протягом часу, матеріал покриття повинен бути стійким до стирання. Для поліпшення шорсткості, захисту та інших функцій поверхню можна обробляти або наносити тонкошарові покриття.

Основа повинна бути спроектована так, щоб мінімізувати прогин покриття під дією зовнішніх навантажень, залишаючи достатню жорсткість для зниження напружень в додатковій основі та земляному полотні до прийнятних рівнів.

Дорожнє полотно повинно бути розроблене для зменшення прогинів під дією навантажень, при цьому забезпечуючи жорсткість, яка мінімізує напруження в покритті та ґрунті земляного полотна. Основа може бути влаштована у один або кілька шарів. Для створення сприятливих умов експлуатації узбіччя нежорсткого дорожнього покриття основа повинна бути ширшою за проїзну частину на 0,6 м, з додатковим шаром піску або іншого гранульованого матеріалу, шириною не менше 1 м від основи. Для твердих покриттів шар основи має бути на 1 м ширшим з обох боків покриття.

Додатковий шар може виконувати кілька функцій в межах одного шару.

Загальна товщина дорожнього одягу та окремих його шарів повинна бути такою, щоб забезпечити міцність і морозостійкість конструкції. Дорожній одяг має бути спроектований таким чином, щоб він залишався надійним протягом визначеного терміну служби. Мірилом надійності є коефіцієнт надійності, який для різних категорій доріг визначається згідно з таблицею 1.10.

Таблиця 1.10 – Коефіцієнти надійності

Категорія дороги	I-а	I-б, II	III	IV	V
Коефіцієнт надійності	0,97	0,95	0,90	0,85	0,75

При розрахунку міцності покриття необхідно враховувати середньодобову інтенсивність руху вантажних автомобілів та автобусів за рік, що передуює очікуваному терміну експлуатації покриття.

Нежорсткий дорожній одяг

Нежорсткі покриття можуть бути виготовлені з асфальтобетону, матеріалів, армованих органічними, неорганічними, композитними або іншими в'язучими речовинами, а також зламаних і слабо зчеплених гранульованих матеріалів, таких як ґрунт, шлак, щебінь або гравій. Проектування таких покриттів має здійснюватися відповідно до галузевих стандартів.

При розрахунках для нежорстких покриттів, що піддаються короткочасним навантаженням, необхідно враховувати наступні параметри:

- опір пружному прогину всієї конструкції;
- опір зсуву між шарами ґрунту та слабо зчепленими матеріалами;
- опір розтягуванню, згину та стисненню верхнього шару матеріалів, які складають моноліт.

На етапі проектування необхідно передбачити заходи для забезпечення стійкості асфальтобетонних покриттів до утворення колії.

Для довготривалих статичних навантажень проектування нежорстких покриттів базується на аналізі зсуву ґрунту, слабо зчепленого матеріалу та асфальтобетонного шару.

Також, нежорсткі покриття повинні бути розраховані на морозостійкість, щоб запобігти деформаціям покриття і морозному здиманню ґрунту.

Проектуючи такі покриття, слід виконати розрахунки водовідведення для забезпечення відведення води, що потрапляє в основу під час весняного танення снігу, а також для захисту основи від надмірного зволоження поверхневими водами. Розрахунки водовідведення повинні проводитися перед розрахунками міцності конструкції, щоб визначити мінімальну товщину додаткового дренажного шару.

Використання неармованих фракційних матеріалів (наприклад, щебеню, укладеного клиновим методом) в конструкціях дорожнього одягу не рекомендується для доріг I-III категорій.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів

Основним показником, за яким визначаються параметри автомобільних доріг, є інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів.

Для визначення перспективної інтенсивності руху різних транспортних засобів на перспективний період 20 років, інтенсивність руху була визначена сумарно в обох напрямках за результатами техніко – економічних вишукувань виконаних у 2023р.

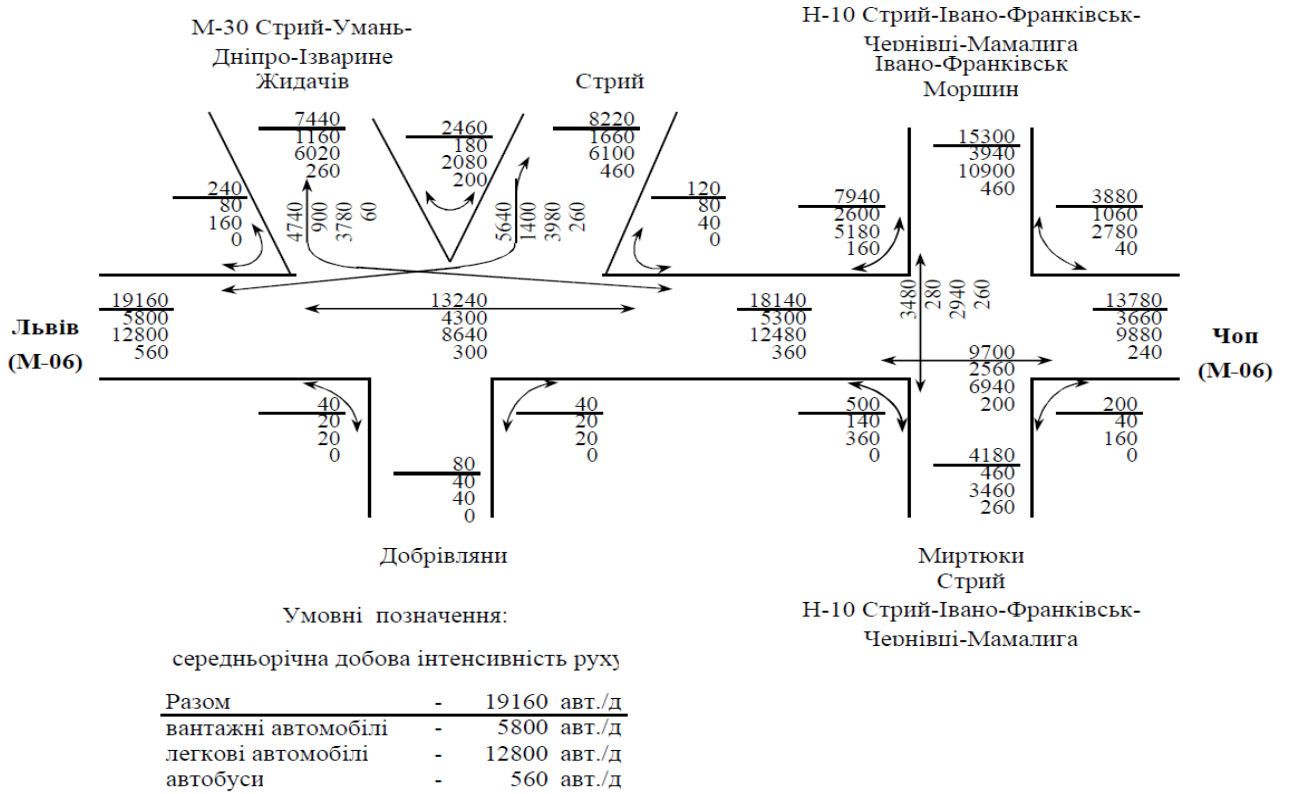
Згідно вишукувань інтенсивність на 2023 р. на початку ділянки складає 10050 авт./добу (у транспортних одиницях) та 116760 авт./добу (у приведених до легкового автомобіля). Інтенсивність руху на кінці ділянки проектування складає відповідно:

- за перспективним напрямком в бік Мукачево: 7140 авт./добу (у транспортних одиницях) та 12230 прив. авт./добу, що відповідає інтенсивності руху І-б категорії на 2023 р.

- за напрямком Івано-Франківськ: 8010 авт./добу (у транспортних одиницях) та 12450 прив. авт./добу, що відповідає інтенсивності руху І-б категорії на 2023 р.

Розрахункова інтенсивність дорожнього руху та склад транспортного потоку

у транспортних одиницях, авт./добу



в одиницях приведених до легкового автомобіля, авт./добу

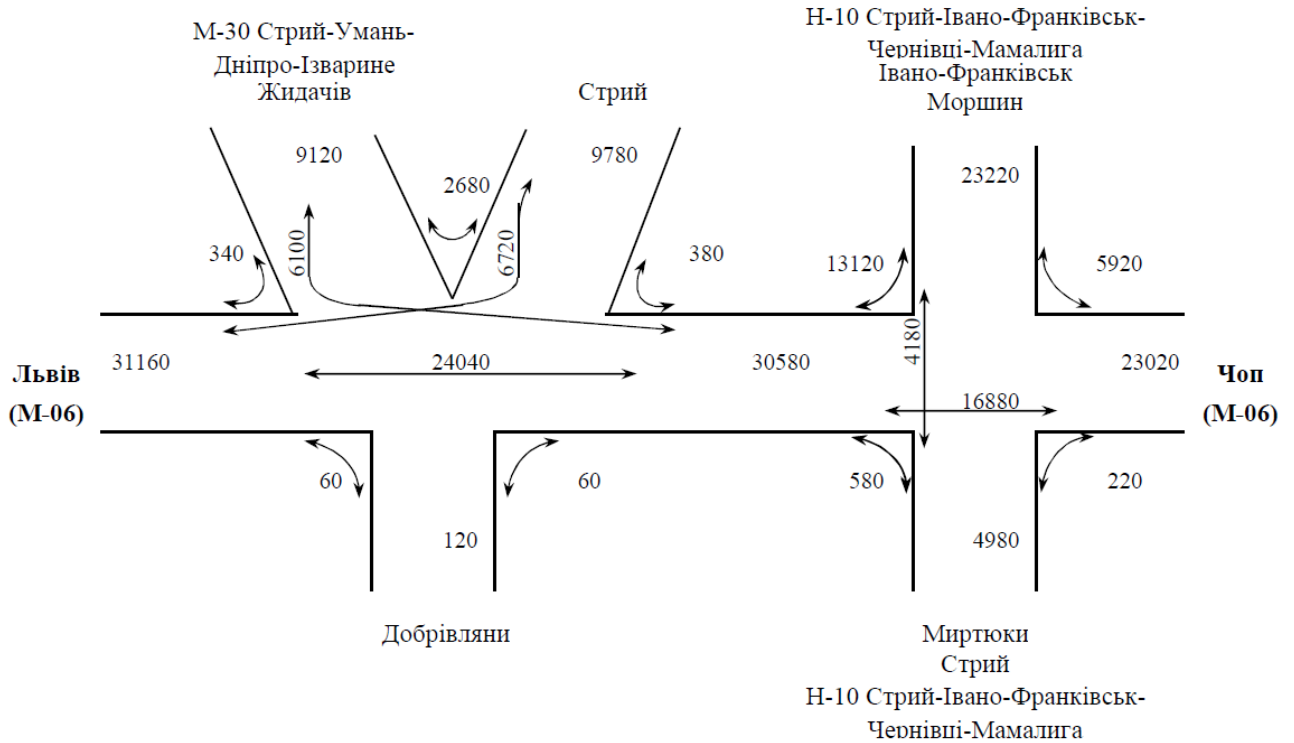


Рисунок 2.1 – Розрахункова інтенсивність дорожнього руху та склад транспортного потоку

2.2 Порівняння варіантів проходження траси

Ділянка дороги відповідно розрахунковій середньорічної добової перспективної інтенсивності руху відповідає 1-б технічній категорії. Відповідно до визначеної категорії та рівнинному типу місцевості розрахункова швидкість складає 110 км/год. Параметри поперечного профілю прийняті відповідно табл. 5.1 ДБН В.2.3-4:2015. Кількість смуг руху прийнята відповідно табл. 5.2 при перспективній інтенсивності до 40 000 прив. авт./добу – 4 смуги руху, по 2 смуги в кожний бік. Параметри плану та поздовжнього профілю запроектовані відповідно до табл. 5.5 ДБН В.2.3-4:2015, для розрахункової швидкості – 110 км/год.

Початок траси основного напрямку розташовано на км 610+210 існуючої ділянки автомобільної дороги державного значення М-06 «Київ – Чоп (на м. Будапешт через м. Львів, Мукачево і Ужгород)». Кінець з'єднувальної ділянки (основного напрямку), відповідно до проектних рішень розташовано на 3 кілометрі існуючої автомобільної дороги Н-10 «Стрий – Івано-Франківськ – Чернівці – Мамалига (на м. Кишинів)».

Траса автомобільної дороги запроектована, як плавна лінія на місцевості з використанням кругових кривих та кривих, що дозволяє забезпечити зорову ясність в напрямку дороги. Для забезпечення безпечного руху автомобілів, проектом передбачено влаштування віражу на кривих, радіус яких менше 2000 м.

Параметри поздовжнього профілю запроектовані відповідно до табл. 5.5 з урахуванням розрахункової швидкості 110 км/год.

Мінімально допустимі параметри в залежності від розрахункової швидкості складає:

- найбільший поздовжній похил – 50‰;
- найменший радіус опуклої кривої у профілі – 11 000 м;
- найменший радіус увігнутої кривої у профілі – 3 200 м;
- найменша відстань видимості для зупинки автомобіля – 250 м;

Керівна відмітка при проектуванні поздовжнього профілю складає 1,686 м. Керівна відмітка визначена за перевірки двох умов: за умовою найменшого

підвищення поверхні покриття над розрахунковим рівнем води, при геологічній будові земляного полотна із суглинків, мінімальне підвищення поверхні покриття складає 1,5 м та за умови снігонезаносимості, при проходженні ділянок доріг відкритою місцевістю, що в свою чергу складає 1,686 м. (0,346 розрахункова висота снігового покриву у Львівській області області, з ймовірністю 5%).

Початок траси (варіантів проходження) автомобільної дороги розташовано на існуючій дорозі М-06 Київ – Чоп на км на пересіченні з а/д М-30 Стрий - Умань - Дніпро - Ізварине (через мм. Вінницю, Кропивницький). Кінець траси (варіантів

проходження) – на пересіченні з автомобільною дорогою Н-10 Стрий - Івано-Франківськ - Чернівці - Мамалига (на м. Кишинів).

В передпроектній документції розглянуто та порівняно два варіанти проходження траси:

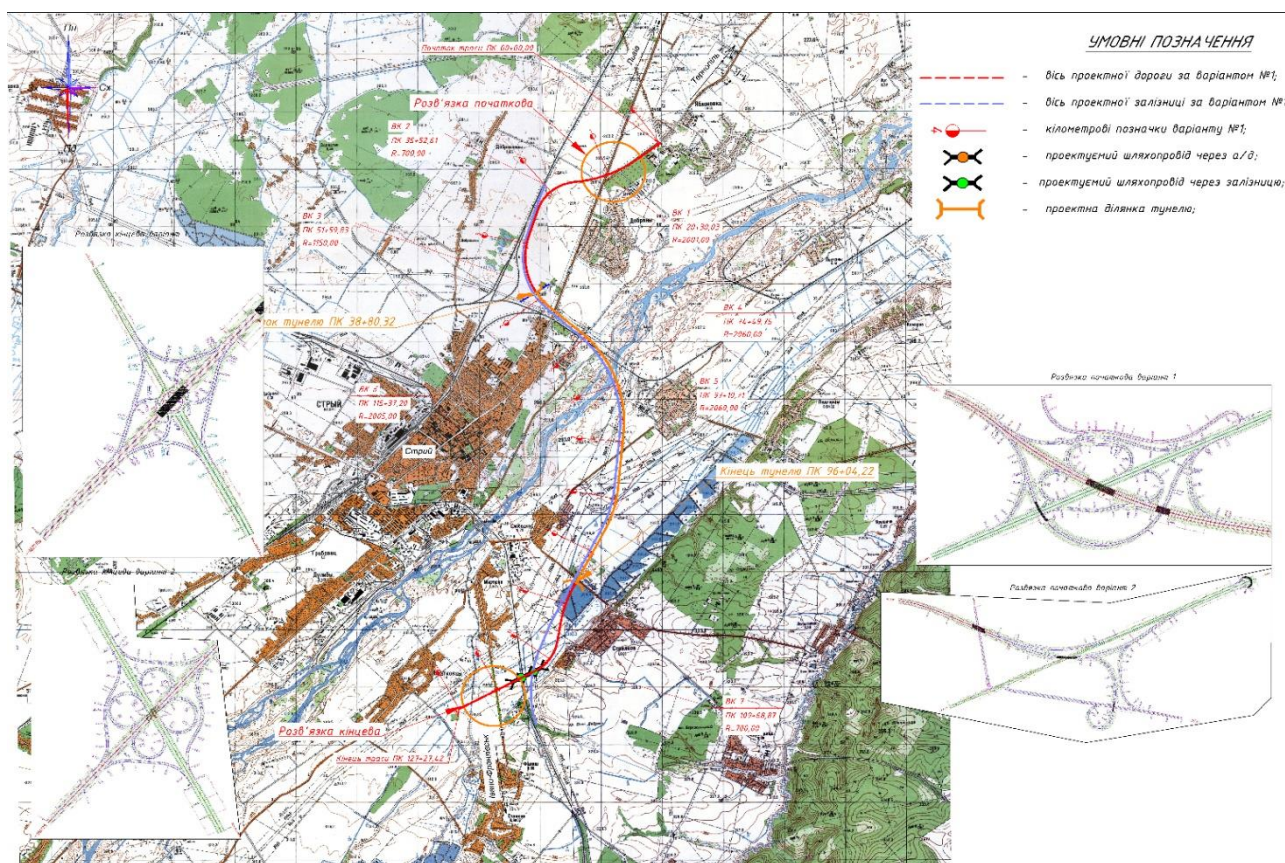


Рисунок 2.2 – Варіант 1

Варіант 1, має протяжність 12,72 км. Траса 1 варіанту прокладена повз існуючі населені пункти, з врахуванням перспективного розвитку та існуючої містобудівної документації останніх.

Траса дороги починається на пересіченні автомобільних доріг загального користування М-06 «Київ - Чоп (на м. Будапешт через мм. Львів, Мукачево і Ужгород)», М-30 «Стрий - Умань - Дніпро - Изварине (через мм. Вінницю, Кропивницький)» та автомобільної дороги до с. Добрівляни. На даному пересіченні за перспективною інтенсивністю передбачено влаштування транспортної розв'язки в різних рівнях.

На початку траса відхиляється на північ, з метою проходження по вільним землям від забудови та проходження до тунелю.

На ПК 38+91,8 траса дороги переходить в тунель. Траса дороги тунелем перетинає річку Стрий.

Між населеними пунктами Миртюки та Стрілків траса дороги з тунелю виходить на поверхню. Кінець тунелю на ПК 95+94,12.

Далі траса автомобільної дороги перетинає проєктовану та існуючі залізничні колії. Передбачено влаштування пересічення автомобільної дороги та залізничних колій в різних рівнях.

На пересіченні проєктованої траси дороги та автомобільної дороги загального користування Н-10 «Стрий - Івано-Франківськ - Чернівці - Мамалига (на м. Кишинів)» за перспективною інтенсивністю передбачено влаштування транспортної розв'язки в різних рівнях.

Всього на трасі варіанта 1 запроектовано 7 кутів повороту, мінімальний радіус повороту - 700м, кількість транспортних споруд - 2 шт (шляхопроводи через залізницю).

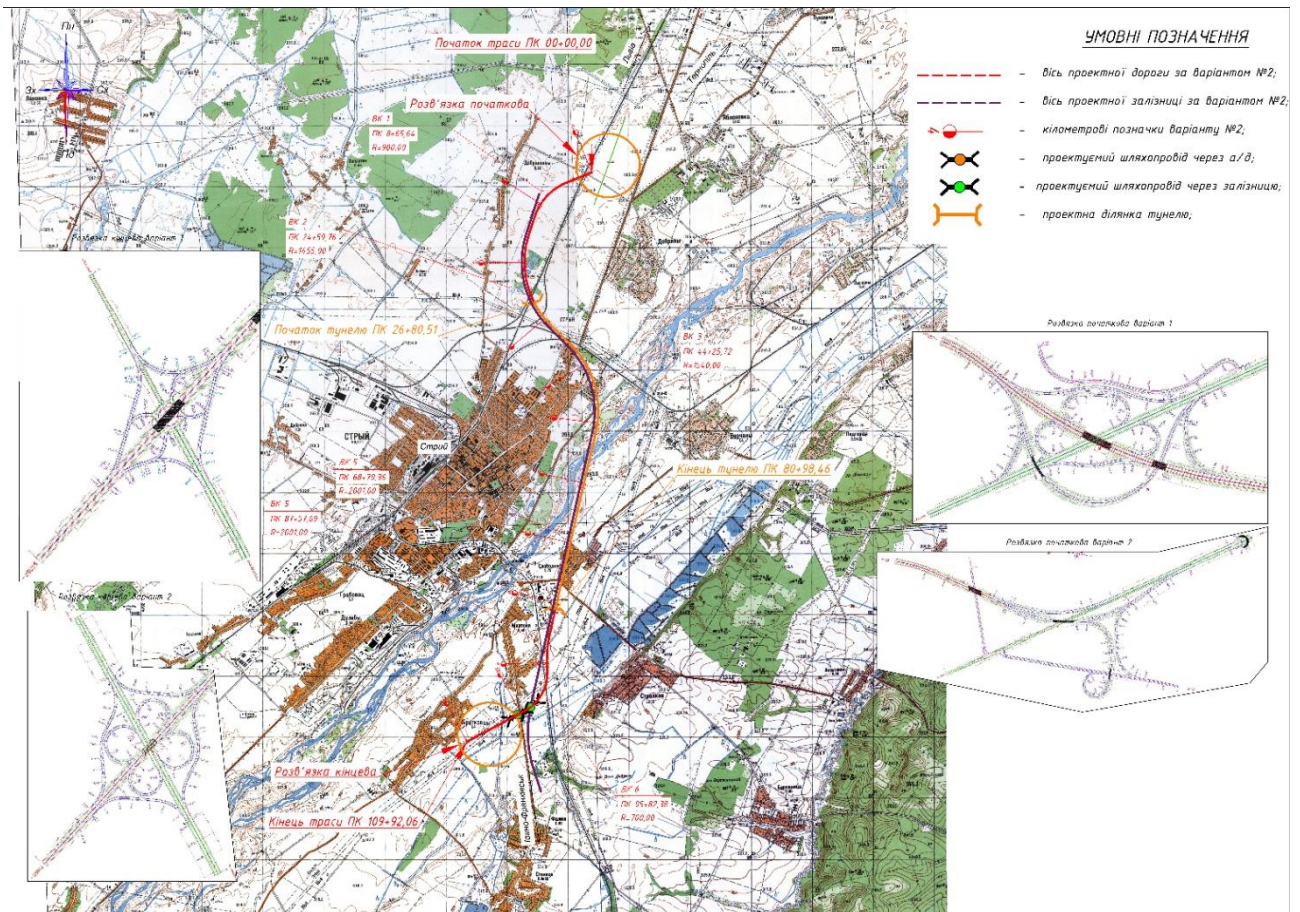


Рисунок 2.3 – Варіант 2

Варіант 2 має протяжність 11,09 км. Траса 2 варіанту прокладена повз існуючі населені пункти, з врахуванням перспективного розвитку та існуючої містобудівної документації останніх.

Траса дороги починається на пересіченні автомобільних доріг загального користування М-06 «Київ - Чоп (на м. Будапешт через мм. Львів, Мукачево і Ужгород)», М-30 «Стрий - Умань - Дніпро - Ізварине (через мм. Вінницю, Кропивницький)» та автомобільної дороги до с. Добрівляни. На даному пересіченні за перспективною інтенсивністю передбачено влаштування транспортної розв'язки в різних рівнях.

На початку траса відхиляється на північ, з метою проходження по вільним землям від забудови та проходження до тунелю.

На ПК 27+08,95 траса дороги переходить в тунель. Траса дороги тунелем перетинає річку Стрий.

Між населеними пунктами Миртюки та Стрільків траса дороги з тунелю виходить на поверхню. Кінець тунелю на ПК 81+00.

Далі траса автомобільної дороги перетинає проєктовану та існуючі залізничні колії. Передбачено влаштування пересічення автомобільної дороги та залізничних колій в різних рівнях.

На пересіченні проєктованої траси дороги та автомобільної дороги загального користування Н-10 «Стрий - Івано-Франківськ - Чернівці - Мамалига (на м. Кишинів)» за перспективною інтенсивністю передбачено влаштування транспортної розв'язки в різних рівнях.

Всього на трасі синього варіанта 2 запроектовано 6 кутів повороту, мінімальний радіус повороту - 700м, кількість транспортних споруд - 2 шт (шляхопроводи через залізницю).

Траси варіантів 1,2 проходять по території Стрийського району, Львівської області. Всі варіанти трас проходять по території земельних ділянок, які знаходяться як у державній, так і в приватній власності (пайові наділи більше 100 громадян використовуються в сільськогосподарському виробництві). Розглянувши два варіанти проходження траси, рекомендовано варіант 2 на підставі порівняння за техніко-економічними показниками.

2.3 Основні конструктивні рішення варіантів

Основні елементи автомобільної дороги.

Початок траси (варіантів проходження) автомобільної дороги розташовано на існуючій дорозі М-06 Київ – Чоп на км на пересіченні з а/д М-30 Стрий - Умань - Дніпро - Ізварине (через мм. Вінницю, Кропивницький). Кінець траси (варіантів проходження) – на пересіченні з автомобільною дорогою Н-10 Стрий - Івано-Франківськ - Чернівці - Мамалига (на м. Кишинів).

За результатами техніко-економічних вишукувань, з'єднувальна ділянка між а/д М-06 «Київ – Чоп (на м. Будапешт через м. Львів, Мукачево і Ужгород)» км 610+210 та а/д Н-10 «Стрий – Івано-Франківськ – Чернівці – Мамалига (на м. Кишинів)» км 2+600, відноситься до 1-б технічної категорії відповідно до

Таблиці 4.1 ДБН В.2.3-4:2015 і буде мати наступні параметри, які відповідають вимогам таблиць 5.1 та 5.5 ДБН В.2.3-4:2015 АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ:

1. Кількість смуг руху – 4 шт;
2. Ширина смуги руху – 3,75 м;
3. Ширина узбіччя – 4,25 м (з врахуванням влаштування бар'єрного огородження), у тому числі:
 - ширина зупиночної смуги разом з укріпленою смугою – 3,00 м;
 - ширина укріпленої смуги – 0,5 м.
4. Ширина розділювальної смуги – 4,00-16,50 м. (з врахуванням влаштування бар'єрного огородження та опори освітлення), у тому числі:
 - ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі – 0,50 м.
5. Ширина земляного полотна – 18 м;
6. Ширина проїзної частини – 2 x 7,5 м.
7. Розрахункова швидкість руху – 110 км/год.
8. Найбільший поздовжній похил – 36 ‰.
9. Найменший радіус кривої у плані – 700 м.
10. Найменший радіус кривої у профілі: - опуклої-11000 м; увігнутої-3200 м.

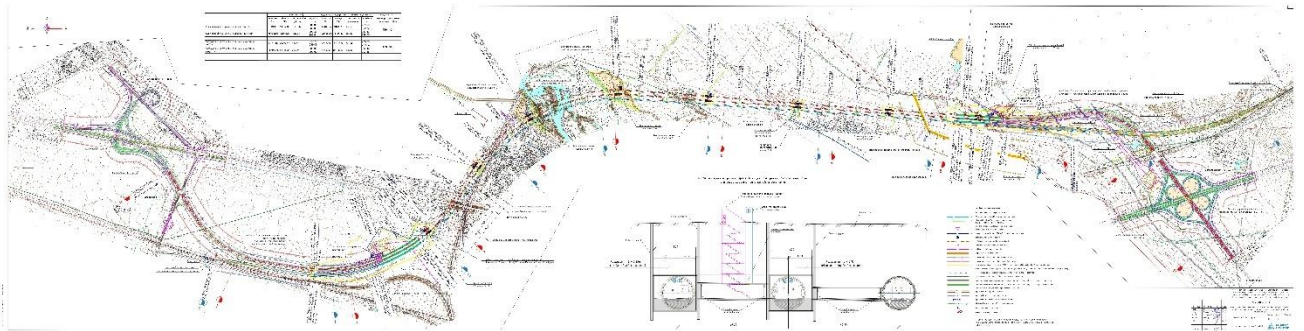


Рисунок 2.4 – Генеральний план об'їзної автомобільної дороги

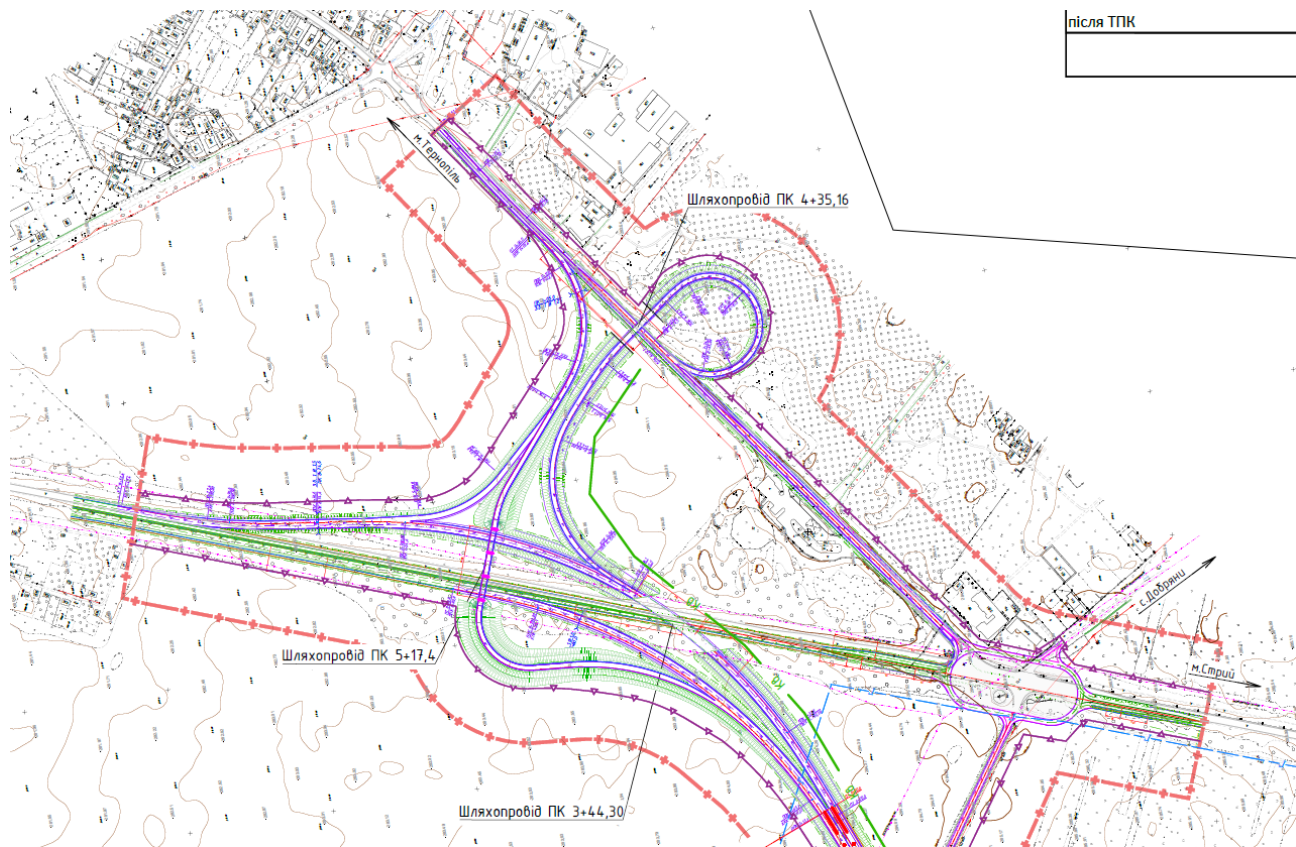


Рисунок 2.5 – Фрагмент плану об'їзної автомобільної дороги

Земляне полотно

Земляне полотно запроектовано відповідно до ДБН В.2.3.-4:2015. Основні параметри запроектовані відповідно Розділу 6, ДБН В.2.3-4:2015. Відповідно до додатку Г ДБН В2.3-4:2015 ділянка траси проходить по IV дорожньо-кліматичній зоні. За рельєфом місцевості, інженерно-геологічними умовами, характером зволоження та ступенем стікання води, ділянка проектування в межах зони транспорт-них розв'язок, відноситься до 1 типу зволоження., сухі ділянки на яких поверхневі і ґрунтові води не впливають на зволоження верхніх шарів ґрунту (поверхневий водовідвід забезпечений умовами рельєфу місцевості). Конструкція земляного полотна в поперечному профілі призначено за типовим альбомом АД А.2.4-37641918-006:2018 «Альбом типових проектних рішень конструкцій земляного полотна автомобільних доріг загального користування». Для спорудження насипу, проектом передбачено використання ґрунту з ґрунтового кар'єру (85,2% від загального об'єму). Для спорудження насипу планується використання пісків середньої крупності. Для запобігання

розмивів земляного полотна під час експлуатації, проектом передбачено укріплення укосів насипу, виїмки та узбіч засівом трав по шару рослинного ґрунту ($h=0,15$ м).

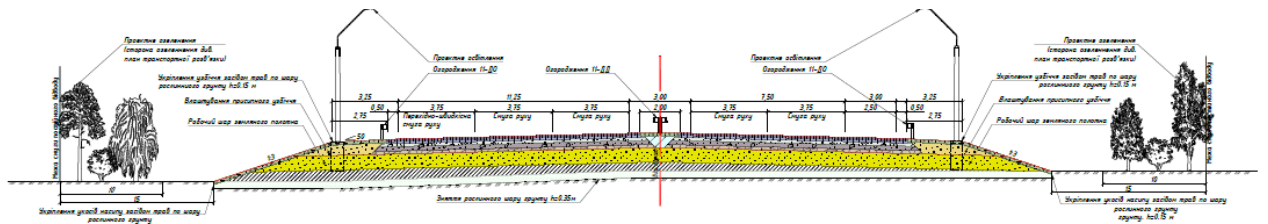


Рисунок 2.6 – Поперечний профіль об’їзної автомобільної дороги

Поздовжній профіль запроєктовано по програмі проектування оптимального поздовжнього профілю автомобільних доріг САПР АД "Кредо" на персональному комп’ютері.

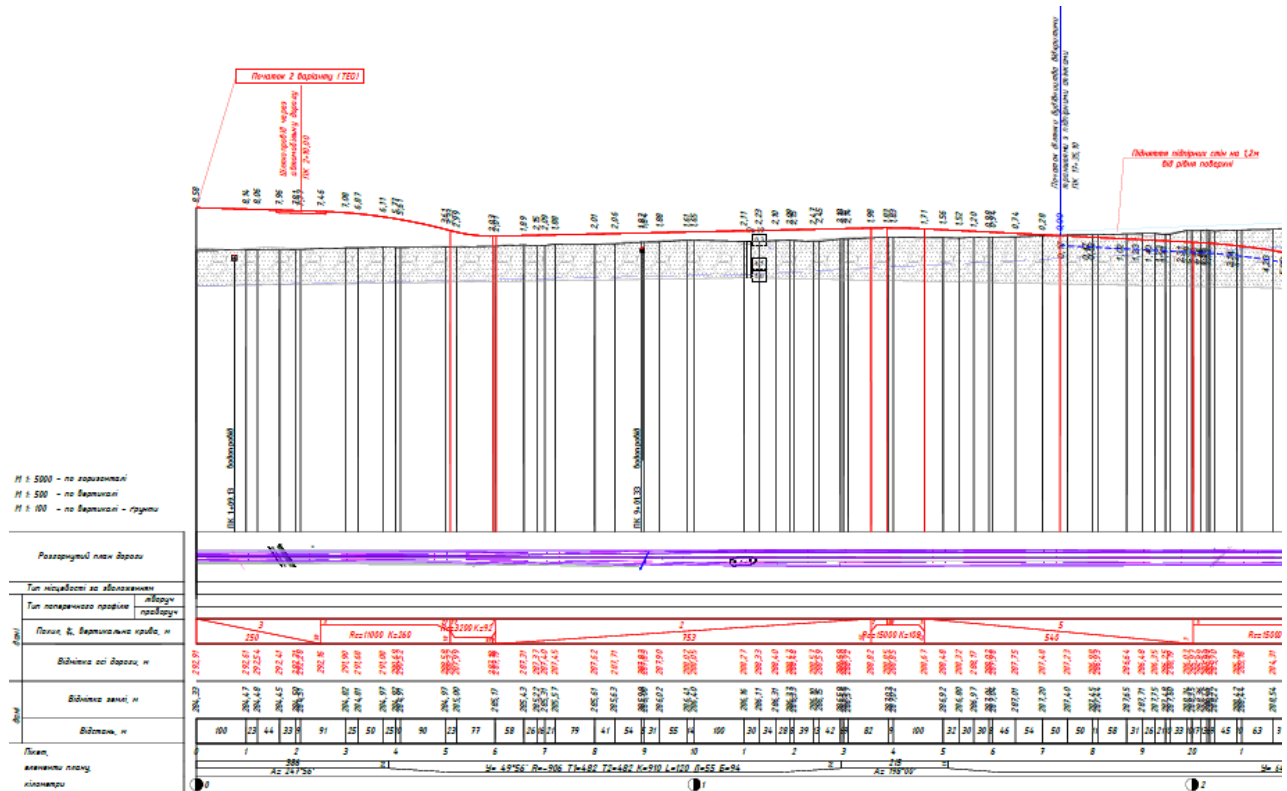


Рисунок 2.7 – Фрагмент поздовжнього профілю об’їзної автомобільної дороги

Дані параметри поздовжнього профілю відповідають прийнятій розрахунковій швидкості – 110 км/год, яка була прийнята згідно п.5.2.3 і табл.5.5 ДБН В.2.3-4:2015. Поперечні профілі конструкції земляного полотна прийнято

згідно з ДБН В.2.3-4:2015 АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ. Проектом розроблено 5 типів конструкції земляного полотна:

- 1 тип насип висотою до 2 м;
- 2 тип насип висотою від 2 до 6 м;
- 3 тип насип висотою від 6 до 12 м;
- 4 тип виїмка глибиною до 6 м;
- 5 тип виїмка глибиною від 6 м з влаштуванням підпірної стінки.

Проектом передбачено зняття рослинного шару ґрунту з під тіла насипу відповідно даних інженерно-геологічних вишукувань. Заміна цього шару передбачена тим же ґрунтом, що укладається в насип. Родючий ґрунт знятий з під тіла насипу використовується для укріплювальних робіт.

Укріплення укосів та узбіччя передбачено засівом багаторічних трав по шару рослинного ґрунту товщиною 0,20 м.

Споруди дорожнього водовідводу

Для захисту земляного полотна від поверхневих вод, що впливають на міцність та стійкість, а також від розмивів, проектом передбачено: укріплення укосів земляного полотна, узбіччя на ширину 1,25 м та розділювальної смуги шириною від 2,00 до 16,50 м виконати укріплення рослинним ґрунтом з висівом насінням багаторічних трав товщиною 0,20 м.

Для запобігання розмиву узбіч і укосів земляного полотна влаштовуються водовідвідні споруди для збирання та відведення поверхневої води за межі земляного полотна.

Для збирання та відведення поверхневої води до водоскидних споруд передбачено встановлення за зупиночною смугою бортових каменів. Підвищення бордюрів над проїзною частиною не має перевищувати 0,07 м.

Дорожній одяг

В рамках техніко-економічного обґрунтування було проведено необхідні економічні вишукування з визначенням мінімального потрібного модуля пружності конструкції на основі даних щодо сумарної кількості проїздів розрахункового навантаження за термін служби дорожнього одягу у

відповідності до ГБН В.2.3-37641918-559:2019 "Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проекту-вання" та ГБН В.2.3-37641918-557:2016 «Дорожній одяг жорсткий». Конструкція дорожнього одягу прийнята з урахуванням транспортно-експлуатаційних вимог, категорії дороги, інтенсивності руху, складу транспортного потоку та комфортності руху та особливостями будівництва та експлуатації.

При розробці передпроектної документації, згідно до завдання, було розроблено 5 варіантів конструкції дорожнього одягу з урахуванням надійності та міцності протягом встановленого нормативного строку експлуатації.

Затверджений (найбільш економічний) варіант був прийнятий для проектування.

Проектом прийнята наступна конструкція дорожнього одягу, яка передбачена на основних проїздах, зупиночних смугах на узбіччі, укріплених та перехідно - швидкісних смугах:

- цементобетон дорожній (монолітний, із штирьовим з'єднанням плит) В/тб4,0, В30, F200, W8 згідно з ДСТУ 8858:2019 - 0,26;
- геосинтетичний матеріал ГТ.Н.ГП.-8 згідно з табл. А.4 ГБН В.2.3-37641918-544:2014;
- щебенево-піщана суміш укріплена цементом ЩПС.Кр.Ц.М75.ДСТУ 9177-3:2022 - 0,18;
- щебенево-піщана суміш ЩПС.С5.ДСТУ 9177-2:2022 – 0,21;
- дренажний шар. Пісок однорідний з коефіцієнтом фільтрації не менше ніж 5 м/добу та вмістом пилюватих і глинистих частинок не більше ніж 2% згідно з ДСТУ Б В.2.7-32-95 в об'ємі з геотекстилю ГТ.Н.ГП(Т)-5 згідно з табл. А.5 ГБН В.2.3-37641918-544:2014 - 0,20.

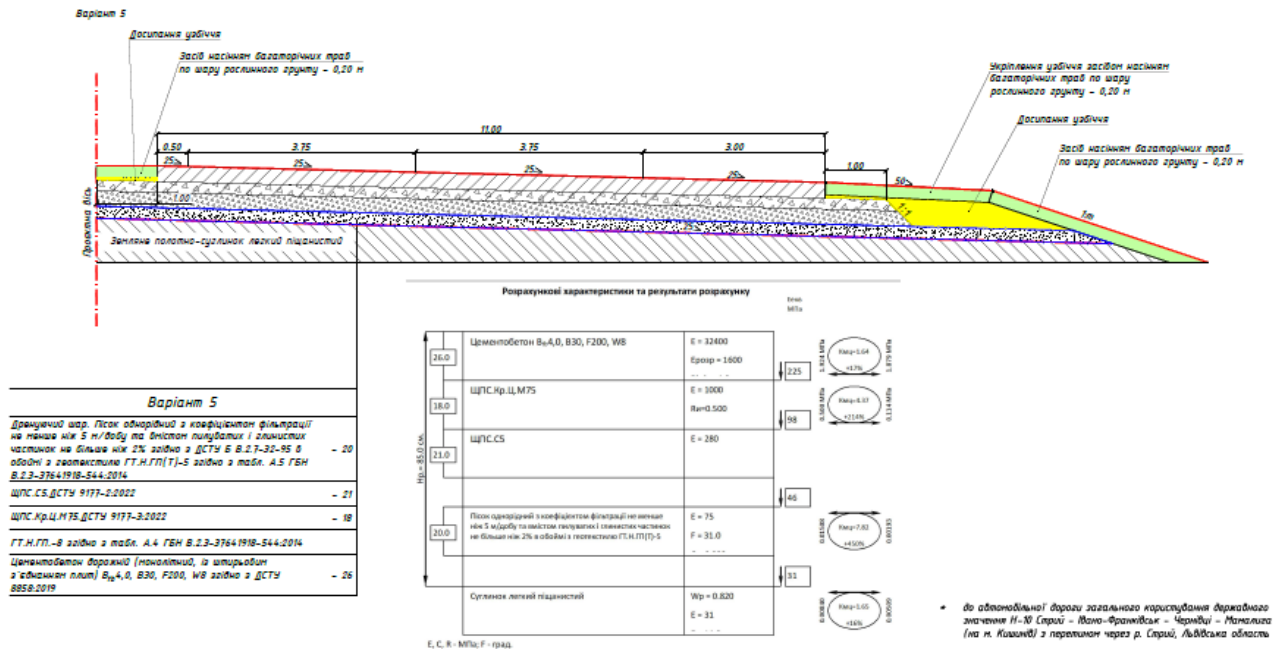


Рисунок 2.8 – Дорожній одяг, прийнятий для проектування

2.4 Забезпечення надійності та безпеки (організація дорожнього руху)

Питанню забезпечення безпеки руху надано потрібну увагу, згідно з чим і пов'язані прийняті і обґрунтовані наступні проектні рішення, а саме:

- дорожня розмітка, яка наноситься на проїзну частину дороги повинна мати світловідбивальні властивості та бути виконана із довговічних матеріалів, які у

вологодому стані повинні мати коефіцієнт зчеплення не менше ніж 0.45, цим властивостям відповідає холодний пластик, якими і необхідно наносити на дорожнє покриття розмітку у відповідності з ДСТУ 2587:2021 «Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування»;

- бар'єрне огородження з стримувальною здатністю 280 кДж згідно ДСТУ Б В.2.3-12-2004 «Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу», яке необхідно встановити вздовж всієї розділювальної смуги - двобічне та з обох сторін на узбіччях, де висота насипу понад 2 м – однобічні;

- ділянка дороги обставлена відповідними дорожніми знаками згідно ДСТУ 4100:2021 «Знаки дорожні. Загальні технічні вимоги. Правила застосування». Всі знаки передбачені з використанням світлоповертальної плівки;

- для орієнтування учасників дорожнього руху видимості краю узбіч і небезпечних перешкод у темну пору доби та за несприятливих метеорологічних умов на підходах до бар'єрних огорожень передбачено встановлення напрямних стовпчиків, які обладнані світлоповертальними елементами, згідно з ДСТУ 8751:2017 «Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги»;

- для безпеки руху, з метою забезпечення необхідного зчеплення шин дорожніх транспортних засобів з поверхнею проїзної частини, влаштування верхнього шару покриття дороги, що проектується, передбачено з щебенево-мастикового асфальтобетону, який характеризується підвищеною шорсткістю та стійкий проти шліфування (міцність не менше 1000 кг/см²), це пов'язано вмістом в суміші більшої кількості матеріалів зернового складу, а для цементобетонного покриття передбачено обробку поверхні свіжевкладеного бетону спеціальними щітками поперек проїзної частини;

- на всій проектній ділянці дороги та всіх транспортних розв'язках з підходами до них передбачено штучне освітлення.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові варіанти конструкцій

Для обґрунтування вибору дорожнього одягу розроблено 5 варіантів дорожнього одягу. Першим варіантом передбачено влаштування покриття з щобенево-мастикового асфальтобетону, двох шарів гарячого асфальтобетону, щобенево-піщаної суміші укріпленої цементом марки М20, основа з щобенево-піщаної суміші С-5. Другий варіант аналогічний першому, але ґрунт основи укріплюється цементом і отримана суміш відповідає марці М10. Третій варіант передбачає влаштування цементобетонного покриття, щобенево-піщаної суміші, укріпленої цементом марки М75, основи з щобенево-піщаної суміші С-5, щобеню фракції 5-40 в обоймі з геотекстилю та георатки. Четвертий варіант аналогічний першому та другому за винятком основи з піску в обоймі з геотекстилю. П'ятий варіант аналогічний третьому за винятком основи з піску в обоймі з геотекстилю.

На рисунках 3.1-3.5 показані розрахункові значення варіантів дорожніх одягів, що мають в своїй основі різну технологію проведення капітального ремонту автоомільної дороги.

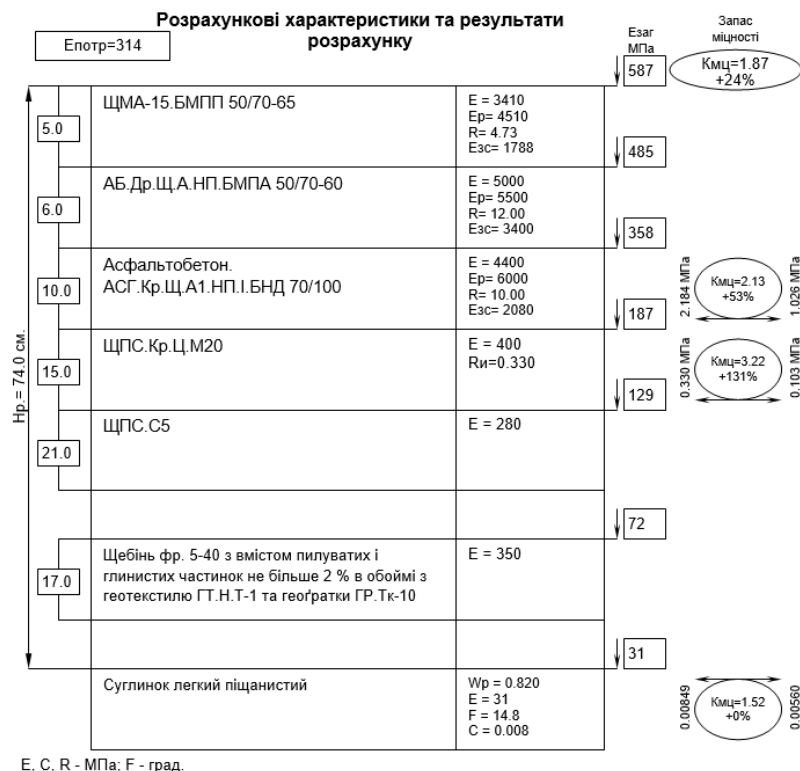


Рисунок 3.1 – Розрахунок варіанту 1 конструкції дорожнього одягу



Рисунок 3.2 – Розрахунок варіанту 2 конструкції дорожнього одягу



Рисунок 3.3 – Розрахунок варіанту 3 конструкції дорожнього одягу

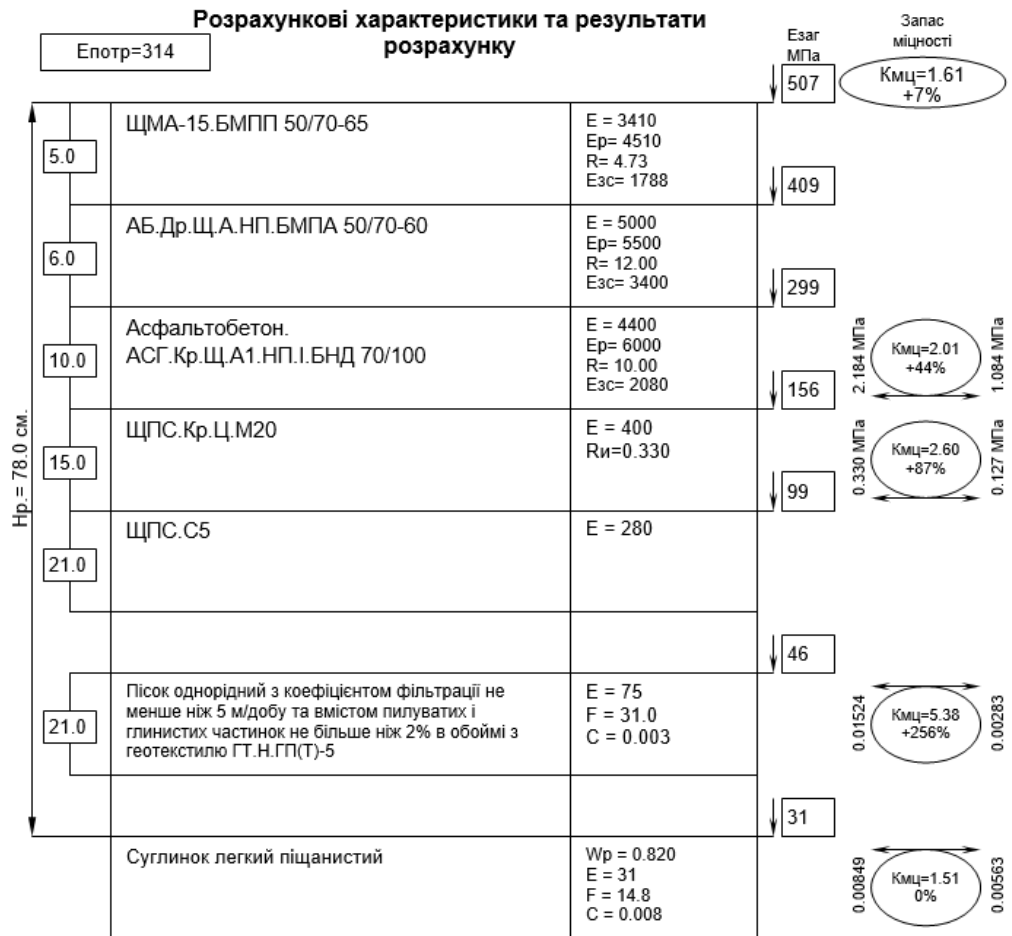


Рисунок 3.4 – Розрахунок варіанту 4 конструкції дорожнього одягу

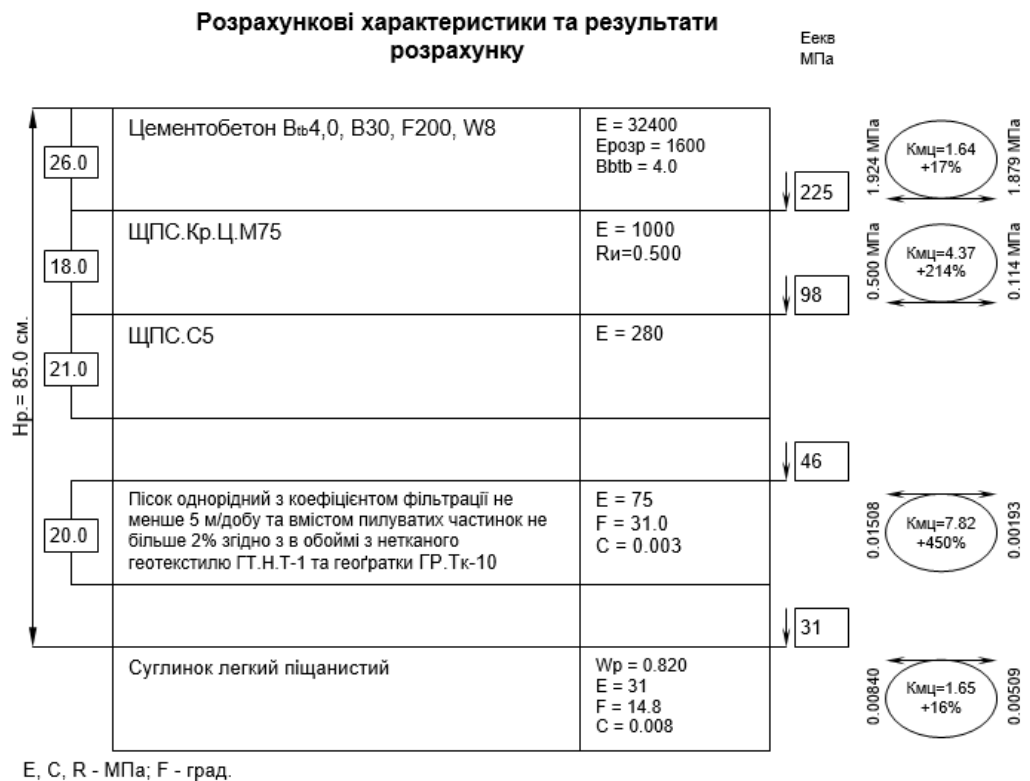


Рисунок 3.5 – Розрахунок варіанту 5 конструкції дорожнього одягу

Згідно проведених розрахунків встановлено, що найбільший запас міцності має варіант 1 (таблиця 3.1, рисунок 3.1), який покриття з асфальтобетону. Варіанти 1 та 2, 4 та 5, 3 та 5 вважаються рівноцінними, оскільки різниця між цими варіантами становить менше 5%.

Таблиця 3.1 – Розрахункові значення по варіантам
конструкцій дорожнього одягу

	Тип покриття	Модуль пружності, МПа	Коефіцієнт запасу міцності
Варіант 1	Асфальтобетон	587	1,87
Варіант 2	Асфальтобетон	569	1,81
Варіант 3	Цементобетон	285	1,70
Варіант 4	Асфальтобетон	507	1,61
Варіант 5	Цементобетон	225	1,64

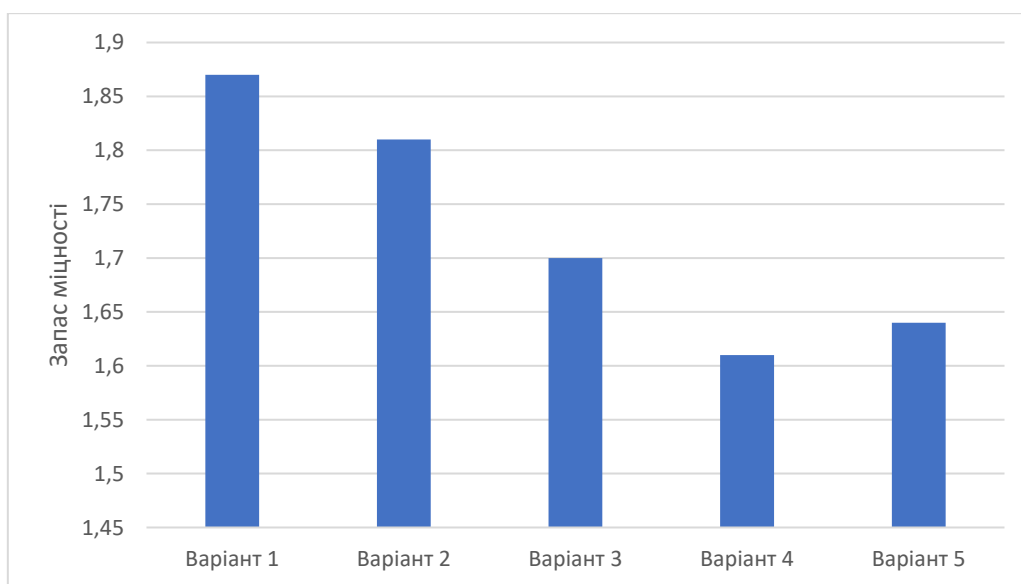


Рисунок 3.4 – Графік порівняння значень запасу міцності варіантів 1-5

3.4 Техніко-економічне порівняння варіантів конструкцій дорожніх одягів

Порівняння варіантів проведено на основі вартості основних матеріалів для кожного типу дорожнього покриття, згідно з цінами на дорожньо-будівельні матеріали за моніторинговими даними ДП ДерждорНДІ ім. Шульгіна. З використанням цих даних та результатів дослідження, наведених у статті [15], були розраховані витрати на матеріали для 1 м² кожного варіанту дорожнього

покриття, а результати представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вартість матеріалів 1 м² по варіантам
конструкцій дорожнього одягу

	Вартість 1 м ² конструкції дорожнього одягу, грн
Варіант 1	4388
Варіант 2	4245
Варіант 3	2338
Варіант 4	4357
Варіант 5	2448

Для наочного порівняння вартостей кожної з п'яти конструкцій за результатами розрахунків побудований графік порівняння вартості дорожніх одягів (рисунок 3.5).

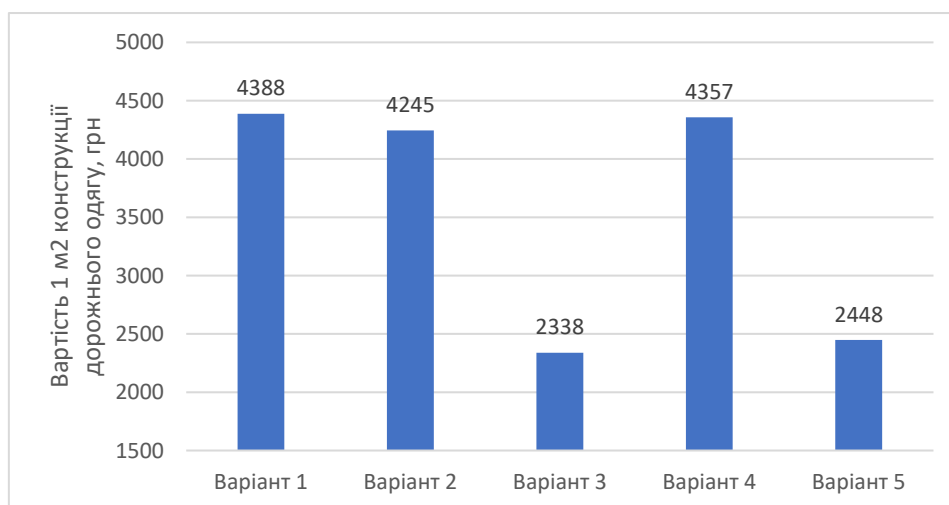


Рисунок 3.5 – Графік порівняння вартості дорожніх одягів за варіантами 1-3

Згідно графіку (див. рис. 3.5) найдешевшим варіантом влаштування дорожнього одягу є варіант 3, який передбачає влаштування цементобетонного покриття. При цьому п'ятий варіант вважається рівноцінним. Найдорожчим варіантом влаштування дорожнього одягу є влаштування класичного нежорсткого дорожнього одягу за варіантами 1 та 4.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні заходи охорони праці

Робочий проект включає санітарно-гігієнічні заходи, що спрямовані на охорону здоров'я і працездатності працівників протягом їх трудової діяльності.

Під час укладання трудового договору працівники повинні бути проінформовані про умови праці на підприємстві, наявність небезпечних та шкідливих виробничих факторів, а також про їх потенційний вплив на здоров'я. Крім того, працівники мають знати свої права на пільги і соціальні виплати за роботу в таких умовах, відповідно до законодавства і колективних договорів (стаття 5 «Закон України про охорону праці»).

Особи молодше 18 років можуть розпочати роботу з обладнанням лише після медичного огляду та отримання посвідчення на право управління і експлуатації обладнання, а також після вступного інструктажу, стажування і навчання безпечним методам праці.

Для уникнення нещасних випадків та пожеж під час експлуатації устаткування необхідно дотримуватись правил техніки безпеки і пожежної безпеки, зазначених у інструкціях з експлуатації обладнання.

У процесі ремонту доріг використовуються машини, механізми та обладнання, що відповідають вимогам безпеки і інструкціям виробника.

Роботодавець забезпечує працівників необхідним захисним і робочим одягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту, а також миючими засобами (стаття 8 «Закон України про охорону праці»).

Відшкодування збитків працівникам у разі ушкодження їх здоров'я передбачено статтею 9 «Закону України про охорону праці».

Будівельно-монтажні роботи з капітального ремонту доріг і забезпечення безпеки повинні проводитись згідно з нормативними документами та діючими інструкціями з техніки безпеки для всіх робіт, зазначених у проекті.

Перед початком робіт з ремонту доріг генеральний підрядник має скласти проект виконання робіт (ПВР), в якому визначаються заходи для забезпечення безпеки виконання будівельно-монтажних робіт та охорони праці.

При підготовчих роботах потрібно уточнити місце розташування всіх інженерних комунікацій на робочій зоні. Металеві частини електричної системи повинні бути заземлені, а неізольовані частини електрообладнання — надійно захищені від випадкового контакту.

Експлуатація машин і установок здійснюється відповідно до технічного паспорта і інструкцій виробника. Перед початком робіт з перевірки та огляду технічного стану машин необхідно переконатися в їх справності. Роботи на несправних машинах забороняються.

На всіх робочих місцях повинні бути встановлені знаки та позначки з охорони праці. небезпечні зони огорожуються захисними огорожами, а місця зберігання матеріалів — сигнальними огорожами.

При розробці проекту виконання робіт слід врахувати заходи для забезпечення електричної та пожежної безпеки, особливо при встановленні тимчасової електропроводки на робочих місцях та об'єктах. Всі об'єкти будівельних майданчиків, адміністративних, побутових та складських приміщень повинні бути обладнані системами пожежної сигналізації, засобами зв'язку та пожежогасіння.

4.2 Вимоги безпеки до підготовчих робіт

У робочій зоні вимоги безпеки включають наступне: на місцях проведення дорожніх робіт необхідно дотримуватись процедур для встановлення огорожень, які мають відповідати вимогам ДСТУ 4100-2002 "Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування" (далі — ДСТУ 4100-2002). Без попереднього встановлення відповідних огорожень не дозволяється доставка та складування матеріалів і обладнання. Під час технічних перерв або в кінці робочої зміни дорожньо-будівельна техніка повинна перебувати в межах огороженої території.

Вимоги безпеки на будівельних майданчиках та робочих місцях

Всі роботи на будівельному майданчику повинні виконуватись у відповідності до затвердженої проектною документацією та встановленого порядку. Будівельні майданчики повинні бути обладнані санітарно-побутовими

приміщеннями згідно з вимогами СНиП 2.09.04-87 "Адміністративні та побутові будівлі" (далі — СНиП 2.09.04-87). Санітарно-побутові приміщення для працівників передбачають інвентарні модульні типи, які є у підрядної організації. Конкретні рішення щодо їх забезпечення надаються в ПВР, і ці приміщення повинні бути введені в експлуатацію до початку робіт.

Будівельні майданчики, розташовані в межах населеного пункту, повинні бути огорожені. Проходи, проїзди, підкранові шляхи, вантажно-розвантажувальні майданчики та цехи повинні регулярно очищатись від будівельного сміття, а взимку — від снігу та льоду, з використанням протижеледних матеріалів. Усі будівельні майданчики, цехи, пішохідні доріжки та підходи до них повинні бути освітлені в темний час доби згідно з нормативними вимогами. Прожектори не повинні засліплювати працівників. Висота підвісу світильників загального освітлення, включаючи прожектори, повинна бути не менше 2,5 м.

Мають бути встановлені допустимі швидкості руху автотранспорту та інших транспортних засобів на будівельному майданчику, а також дорожні знаки в зонах обмеження швидкості, на місцях стоянки та поворотах відповідно до вимог ДСТУ 4100-2002.

Вимоги безпеки при зберіганні матеріалів, виробів і конструкцій

Матеріали повинні постачатися і зберігатися згідно з планом виконання робіт (ПВР). Всі матеріали, вироби та конструкції повинні зберігатися на будівельному майданчику в штабелях або на спеціально відведених стелажах. Для матеріалів, які потребують закритого зберігання, мають бути влаштовані навіси або склади, а для пилоподібних матеріалів — силоси, бункери або засіки. Довгомірні матеріали і конструкції слід зберігати в штабелях на спеціально обладнаних горизонтальних майданчиках.

Матеріали, що використовуються для ремонту доріг, повинні зберігатися на майданчику або на узбіччі дороги. Якщо матеріали зберігаються на узбіччі, місце складування повинно бути огорожене дорожніми знаками. Заборонено зберігання матеріалів на укосах насипів або виїмок.

Для відведення поверхневих вод майданчики для зберігання матеріалів повинні мати ухил від 1° до 2° в бік кордону, а в разі розташування на схилі водовідведення повинно забезпечуватись канавами, розташованими на підвищених ділянках. Взимку перед складуванням матеріалів необхідно прибирати сніг і лід. Під час зберігання матеріалів, виробів та конструкцій повинні вживатись заходи для запобігання їх несанкціонованому переміщенню (наприклад, падінню, перекочуванню чи обваленню). Забороняється притуляти матеріали або конструкції до огорож або інших споруд.

Штабелі піску, гравію, щебеню та інших сипучих матеріалів мають бути нахилені під кутом, що відповідає природному ухилу матеріалу, або огорожені підпірними стінками. Між сусідніми штабелями повинні бути передбачені проїзди для транспортних засобів і вантажопідйомних механізмів, а також проходи для працівників шириною не менше 1 м. Відстань від місця зберігання матеріалів до краю котловану або траншеї повинна розраховуватись з урахуванням стійкості схилу і не бути менше 1 м.

Балони, що містять стиснуті гази, лакофарбові, мастильні та легкозаймісті рідини, повинні зберігатись окремо згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених Міністерством надзвичайних ситуацій. Балони зі скрапленим газом слід зберігати вертикально у спеціальному приміщенні або металевій шафі з природною вентиляцією. Балони з киснем та зрідженим газом не повинні зберігатись разом в одному приміщенні. Вентилі балонів мають бути закриті захисними ковпачками, а їх приймання та зберігання без ковпачків забороняється.

Отруйні речовини повинні зберігатись в окремому, добре вентильованому приміщенні, яке має бути позначене попереджувальними табличками. Якщо різні отруйні речовини зберігаються в одному приміщенні, їх бірки повинні бути пофарбовані у відповідний колір за ГОСТ 19433-88.

Легкозаймісті рідини (наприклад, парафін, бензин) і мастильні матеріали мають зберігатись в приміщеннях негорючих конструкцій або під землею, згідно

з правилами пожежної безпеки. Відстань від складу таких речовин до сусідніх будівель повинна бути не менше 50 метрів.

Летючі або легкозаймисті рідини не можна зберігати або транспортувати у відкритих контейнерах. Ємності, в яких зберігаються ці рідини, повинні бути закриті герметичними кришками та замкнені. Легкозаймисті рідини можна закачувати і розподіляти тільки через трубопроводи або насоси, а не за допомогою відер, лопат, сифонів або шлангів. Зберігати ці рідини слід лише в герметичних контейнерах.

4.3 Вимоги безпеки під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг

Вимоги безпеки під час виконання будівельних робіт

Будівництво автомобільних доріг повинно виконуватись згідно з вимогами ДБН В.2.3-4-2015 "Автомобільні дороги". Перед початком робіт з підготовки земляного полотна необхідно очистити смугу відведення від лісу, чагарників, пнів, дрібної рослинності та валунів, залежно від типу місцевості (ліси або пасовища).

Земельні ділянки для будівництва повинні бути розчищені в межах смуги відведення. Якщо для корчування пнів або дроблення валунів використовуються вибухові речовини, слід дотримуватись вимог безпеки. Під час розчищення території та валки дерев на відстані 50 м від місця робіт мають бути встановлені попереджувальні знаки, що забороняють прохід та проїзд, наприклад, "Очищення лісу". Працівники, що займаються лісозаготівлею, повинні бути оснащені захисними касками.

Усі роботи, незалежно від сезону, мають виконуватись згідно з правилами охорони праці для лісового господарства, затвердженими наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці. Для підйому, нахилу та зберігання хлестів мають використовуватись лише важелі та якорі.

Перенесення або реконструкцію комунікацій повинні здійснювати лише організації, що їх експлуатують.

Для очищення земельних ділянок від чагарників і дерев слід застосовувати спеціалізовану техніку, таку як кущорізи, корчувальні машини та машини для розпушування ґрунту, згідно з вимогами НПАОП 02.0-1.04-05. Оператор кущоріза перед початком роботи має перевірити надійність зчеплення техніки з трактором і міцність захисної огорожі, яка має оберігати оператора від падіння скошеного матеріалу.

При використанні кущоріза важливо дотримуватись таких правил: зрізати дерева на висоті 3-5 см від землі, наносити не більше трьох ударів по дереву; піднімати та опускати навісне обладнання тільки після зупинки двигуна; переконатись, що щити та огороження не обмежують огляд оператора; у разі заплутування рослин у механізмі негайно зупинити роботу і прибрати їх. Якщо працюють два кущорізи, вони повинні працювати на відстані не менше 40-50 м один від одного. Для роботи в темний час доби кущоріз має бути оснащений освітлювальними пристроями, а в денний час — попереджувальними прапорцями.

Всі механізми, зокрема барабан кущоріза та лебідка, повинні бути у справному технічному стані, а оператори повинні знаходитися на безпечній відстані від механізмів під час роботи. Забороняється експлуатація культиватора без кожуха на барабані лебідки.

Під час експлуатації культиватора необхідно дотримуватись таких вимог: перед початком роботи очистіть оброблювану ділянку від каменів, пнів, коріння та інших перешкод; опустіть навісне обладнання до робочого положення, зупиніться, а потім підніміть його для транспортування; не перебувайте поруч з фрезою при відкритому захисному кожусі.

Земляні роботи, що виконуються під час благоустрою території, повинні відповідати вимогам СНиП III-4-80* і виконуватись згідно з затвердженими ПВР та технологічними картами. До початку робіт з благоустрою потрібно забезпечити належне відведення поверхневих вод відповідно до ПВР.

Під час земляних робіт на будівництві доріг укладання узбіч повинно здійснюватися з урахуванням природного кута нахилу ґрунту або шляхом встановлення шпунтових огорож.

При під'їзді самоскидів до місця розвантаження ґрунту заднім ходом необхідно подавати короткий звуковий сигнал. Під час розвантаження ґрунту з автомобіля-самоскида на насип відстань від задньої осі до брівки насипу має бути не менше 2 м, а відстань від брівки до зовнішніх коліс машини — не менше 1 м. Оператор, що виконує вивантаження, має перебувати в межах видимості, але не ближче 5 м від місця вивантаження.

На укосах повинні бути встановлені дерев'яні драбини з поручнями. Не дозволяється виконувати роботи з укріплення на мокрих або замерзлих схилах. Якщо укоси мають крутість понад 45° , роботи повинні проводитися під наглядом відповідальної особи, і працівники мають використовувати запобіжні пояси. Під час планування схилів екскаваторами-планувальниками забороняється перебувати працівникам у робочій зоні машини, на відстані менше 15 м від схилу або по обидва боки від підосви схилу вздовж фронту робіт. Повинен здійснюватися безперервний контроль за станом укосу під час відсипання та виїмки ґрунту, а у разі розмиву чи деформації укосу — працівники мають бути виведені з небезпечної зони, і повинні бути вжиті термінові заходи для усунення проблеми.

Перекриття укосів необробленими плитами або укладання каменю в плетені кошики має проводитись лише знизу вгору, починаючи з підосви укосу після створення упору (берми). Під час укріплення підстилаючого укосу методом посіву трави за допомогою гідромоніторів забороняється перебування сторонніх осіб у зоні дії гідромонітора.

Вимоги безпеки при виконанні робіт з влаштування дорожнього одягу

При виконанні робіт із влаштування дорожнього покриття потрібно застосовувати механізми та технологічні процеси, що зменшують прямий контакт працівників з токсичними в'язучими матеріалами.

Перед початком робіт з будівництва чи реконструкції дорожнього одягу необхідно вжити таких заходів: організувати дорожній рух відповідно до вимог ДСТУ 4100-2002, встановити зони безпеки для працівників, розробити схему в'їзду та виїзду транспорту з території проведення робіт. Встановлення дорожніх знаків повинно бути здійснене підрядною організацією. У темний час доби робочі зони повинні бути освітлені згідно з ГОСТ 12.1.046-85 та ДБН В.2.5-28-2006.

Роботи повинні виконуватись дорожніми транспортними засобами згідно з технологічним процесом. Наприклад, під час укладання щебеню за допомогою щебенерозподілювача, його не можна підводити ближче ніж на 1,0 м до краю укусу. Якщо щебенерозподілювач приєднаний до самоскида, при сигналі працівника, що знаходиться біля нього, самоскид повинен дати задній хід. Працівникам забороняється заходити в бункер щебенерозподілювача під час його роботи.

При укладанні дорожнього покриття працівники повинні перебувати на навітряній стороні від робочої техніки, такої як асфальтоукладальники, електричні культиватори, ґрунтозмішувачі та дорожні фрези. Також заборонено використовувати розкидачі профілю чи ґрунтозмішувачі для таких операцій: зтягування болтів вібратора при його увімкненому стані, стояння на частинах робочого обладнання, регулювання натягу ремня вібратора або ремонтування ремня під час роботи, очищення форсунок і заповнення ґрунтозмішувача водою під час роботи. Очищення ротора та заміна лопатей мають здійснюватися тільки після зупинки машини.

При вкладанні асфальтобітумної суміші необхідно дотримуватися таких вимог безпеки: розвантажувати самоскид лише після сигналу машиніста укладальника, а водій має подавати звуковий сигнал перед тим, як здати задом. Під час вивантаження суміші з самоскида в бункер працівники повинні стояти не ближче ніж на 1 м від нього. Для відкриття заднього борту автосамоскида слід використовувати спеціальні металеві гаки. Завантаження асфальтобетонної суміші в бункер при поганій видимості через туман заборонене. Очищення

кузова автосамоскида від залишків асфальтобетонної суміші має здійснюватися за допомогою спеціального скребка чи лопати з довгою ручкою не менше 2 м, стоячи на землі.

Під час роботи асфальтоукладальника та котка заборонено: перебувати в їхній робочій зоні під час виконання робіт; регулювати механізми ущільнення; залишати працюючі машини без нагляду; проводити ремонт шнеків, живильників або інших частин механізмів.

Не можна очищати крилаті частини приймального бункера від суміші під час руху асфальтоукладальника.

При укладанні асфальтобетонних сумішей з активними речовинами необхідно носити герметичні окуляри та універсальні респіратори.

Ємності для транспортування гарячого бітуму повинні мати конічну форму з верхнім звуженням, кришку з запірним механізмом та ручку для перенесення двома працівниками. Вони мають бути заповнені на 75% від об'єму. Тачки для транспортування бітумобетонних сумішей повинні бути оснащені двома ніжками, а носилки для бітуму - бортиками з трьох боків.

Флаєри для нагрівання катків, загладжувачів, граблів, асфальтоукладальників і лопат повинні бути оснащені колесами для зручного переміщення. Використання рідкого палива в жаровнях заборонене. Піч повинна бути встановлена на узбіччі дороги на безпечній відстані від працівників, пішоходів і транспорту.

Оператор асфальтоукладальника повинен залишатися на платформі управління до зупинки двигуна та встановлення важеля в нейтральне положення. При виявленні несправностей або пошкоджень гідроприводу, необхідно негайно зупинити роботу, скинути тиск у системі та закрити місце пошкодження.

Перед укладанням бетону рейкову форму слід закріпити стандартними штифтами. Штифти не повинні мати діаметр менше 10% від діаметра отвору в рейковій опалубці та довжину менше 0,8 м.

Перед укладанням бетонної суміші потрібно перевірити стійкість рейкової та конструкційної опалубки через пробний запуск бетоноукладача з завантаженим

бункером. Особливо важливо перевірити кріплення на стиках. Під час роботи бетоноукладача заборонено стояти на вібраційних та ріжучих брусах, класти на них інструменти або чистити бункер. Для запобігання самовільному руху бетоноукладача на вертикальних ухилах необхідно встановити гальмівні башмаки на рейці. Рух самоскидів у зоні укладання бетонної суміші дозволяється тільки за сигналом приймача суміші.

Під час роботи бетоноукладачів з ковзаючими формами сторонні особи повинні триматися на відстані не менше 5 м від укладальника. При використанні бетоноукладачів з натяжними шнурами вони повинні бути закріплені лебідкою. Оператор, який натягує шнур, повинен носити рукавички. Заборонено перебувати стороннім особам у зоні натягування шнура.

Очищення робочого органу асфальтоукладальника дозволяється лише після зупинки двигуна. Працівники, що встановлюють штирі в вертикальні шви дорожнього одягу, не повинні залишати робоче місце до повної зупинки асфальтоукладальника.

Працівники, які виконують роботи зі швами вручну, повинні носити гумові рукавички. При продуванні деформаційних швів стисненим повітрям з компресора необхідно використовувати захисні окуляри та респіратори. Оператори машин для різання деформаційних швів у твердій бетонній поверхні повинні обов'язково бути в захисних окулярах. Ріжучі диски мають бути надійно закріплені на валу та закриті захисним кожухом. Кожен диск повинен бути встановлений вертикально без перекосів, щоб уникнути заклинювання або пошкодження під час різання.

Відстань між комбінованими машинами повинна становити не менше 10 м. Не дозволяється розсіювання суміші під час її вивантаження з кузова транспортного засобу.

Для установки бортових каменів у проектне положення необхідно використовувати механізм, обладнаний спеціальними захватами. Монтаж та демонтаж бортових каменів має виконуватися під наглядом відповідальної особи. Ручне завантаження і розвантаження бортових каменів заборонено.

Переміщення бортових каменів вручну повинно здійснюватися чотирма працівниками одночасно, з використанням спеціальних кліщів, якщо навантаження на кожного працівника не перевищує 50 кгс. Забороняється переміщення бортових каменів за допомогою гаків.

Бортовий камінь, що встановлюється на бетонну основу, має бути покладений на цементний розчин. Бічні камені необхідно забивати на дерев'яну підкладку, закріплену на камені за допомогою спеціальних щипців.

Вимоги безпеки при нанесенні дорожньої розмітки

При нанесенні ліній безпеки та роздільних смуг на дорожнє покриття необхідно дотримуватись вимог ДБН В.2.3-4-2007. Зона проведення робіт повинна бути обладнана технічними засобами організації дорожнього руху відповідно до вимог ДСТУ 4100-2002.

Під час перерв у русі транспорту маркувальна машина повинна бути переміщена до місця нанесення розмітки. При використанні термопластика для нанесення розмітки маркувальними машинами потрібно дотримуватись наступних вимог: температура термопластика в котлі повинна контролюватися за допомогою термопар або термометрів, щоб уникнути перегріву машини; працівники повинні одягати брезентові рукавички при відкритті кришки котла; для контролю роботи газового пальника необхідно використовувати манометр на редукторі газового балону;

Газові пальники не можна використовувати у вологу погоду; у разі витoku газу з системи слід негайно перекрити подачу газу; не допускається заправка пальника легкозаймистими рідинами (наприклад, бензином) при працюючому двигуні та увімкненому пальнику; не слід нагрівати шматки термопластика під час буксирування; при подачі холодного пластичного матеріалу в гарячий котел працівники повинні перебувати збоку від котла.

При нанесенні нітрофарби працівники повинні бути одягнені в спецодяг, гумові рукавички, захисні окуляри та респіратори. На робочому місці повинна бути аптечка першої допомоги.

Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт

Проект будівництва повинен передбачати відведення ділянки дороги для ремонту або реконструкції з двома або однією смугою руху. Огородження та дорожня розмітка в зоні проведення робіт мають відповідати вимогам ДСТУ 4100-2002. Перед початком робіт оператори та машиністи дорожніх машин повинні ознайомитись із сигналами жестів і прапорців, порядком руху та маневрування техніки, місцями для розворотів, під'їздів, а також розташуванням складів матеріалів і зберігання обладнання.

Під час дорожніх робіт на ділянці, де не припинено рух транспорту, працівники повинні носити жилети яскраво-помаранчевого кольору. При ремонті мостів та шляхопроводів працівники повинні обов'язково носити каски. Заходити під мости та шляхопроводи без каски заборонено.

По завершенню денної зміни дорожні машини та обладнання повинні бути розміщені на майданчику для стоянки за межами дорожнього полотна. Нетранспортабельні машини, такі як бетоноукладальні комплекси та бітумоукладальники, які залишаються на проїжджій частині вночі, повинні бути огорожені з обох боків бар'єрними огороженнями з сигнальними ліхтарями, що вмикаються при поганій видимості. Огородження повинні бути встановлені на відстані не менше 10 м від машини.

У разі необхідності маневрування дорожніх машин на проїжджій частині поза робочою зоною або на узбіччі повинні бути призначені регулювальники руху з червоним прапорцем і гучномовцем (мегафоном). Швидкість руху дорожніх машин та механічного обладнання в зоні робіт не повинна перевищувати 5 км/год.

Вимоги безпеки при поводженні з токсичними (отруйними) речовинами

Робочі місця, на яких застосовуються отруйні речовини (ОР), а також місця їх зберігання, повинні бути позначені відповідними знаками: "Стороннім вхід заборонено", "Вогненебезпечно", "Не палити", "Не проводити зварювальні роботи" тощо. Роботи, що пов'язані з хімічними реакціями речовин, змішаних із

грунтом, повинні проводитися за відсутності на майданчику людей, сторонніх осіб, домашніх тварин тощо. При роботі з ОР необхідно дотримуватися вимог СН-245-71 "Санітарні норми проектування промислових підприємств" та вимог СНиП III-4-80*.

Під час поводження з вапном слід виконувати такі вимоги: гашене вапно повинно транспортуватися в герметичних контейнерах або цементовозах, які оснащені пневматичними пристроями для завантаження і розвантаження. При роботі з каустичною содою забороняється брати її вручну, розмелювати чи транспортувати без спеціального обладнання, а також готувати розчини каустичної соди без належних заходів безпеки.

Розчини добавок слід готувати в відкритих ємностях з механічними мішалками, насосами для перекачування розчину та механізмами подачі. Ємність для змішування повинна бути огорожена для запобігання розбризкуванню та піноутворенню, щоб захистити працівників. Відстань між ємністю для розчину дивінілстирольного термопластичного еластомеру (ДСТ) чи полімербітумного в'язучого (ПБВ) та іншими спорудами повинна становити не менше 50 м, а між ємністю та бітумним котлом — не менше 10 м. Нагрівання бітумного котла при впорскуванні розчину ДСТ забороняється. Розчин ДСТ повинен впорскуватися в бітум тільки кінцем шланга вниз, а використання обводненого бітуму категорично заборонено.

Приготування ПБВ має здійснюватися лише вдень і під наглядом відповідального працівника. При приготуванні ПВР і асфальтобетонних сумішей з полімерними добавками в лабораторії повинна бути забезпечена вентиляція з повітрообміном 15-20 разів на годину. Лабораторне обладнання, таке як гідравлічні преси, ємності для термічної обробки сумішей, ваги та термостати, слід розташовувати під витяжною шафою або навісом. Якщо використовуються токсичні речовини, їх обробка повинна обмежуватися конкретним завданням і не перевищувати змінних потреб.

Токсичними речовинами є добавки, що додаються в бетон для зниження витрат цементу та покращення властивостей бетонної суміші. Нітрит і нітрат

натрію, нітрит кальцію, а також їхні комбіновані форми, зокрема нітрит-нітрат кальцію та нітрит-нітрат-кальцій хлористий, повинні зберігатися в окремих складах, окремо від кислот. У приміщеннях, де зберігаються ці речовини, заборонено палити та використовувати відкритий вогонь. У разі пожежі гасити її можна лише за допомогою вогнегасників або піску. Ємності для зберігання чи приготування хімічних добавок повинні бути позначені попереджувальним написом "Отрута". Приміщення для приготування бетонних сумішей з хімічними добавками мають бути оснащені штучною вентиляцією, а прийом їжі в таких приміщеннях забороняється. Фактична концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинна перевірятися згідно з ГОСТ 12.1.005-88.

Щоб знизити шкідливий вплив цих речовин, потрібно дотримуватися таких вимог: носити чистий спецодяг і спецвзуття, а у місцях розпилення плівкоутворювачів, де концентрація шкідливих речовин перевищує допустимі норми, використовувати ізольовані протигази типу ПС-1, ДПА-5 або КПП-5. Перед використанням плівкоутворювальної рідини ослабте пробку балона спеціальним ключем, щоб поступово вивільнити пари розчинника, що накопичилися в балоні. Забороняється відкривати кришку ударом. Плівкоутворювальну рідину слід наносити за допомогою шланга або відра, а не вручну за допомогою віника або щітки. Перед початком роботи необхідно перевірити стан шлангів і трубопроводів, а також справність манометрів, щоб уникнути витоків і протікань рідини.

Заходи щодо забезпечення безпеки будівельних процесів

Небезпечні зони повинні бути позначені відповідними знаками згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків» та огорожені відповідно до ДСТУ Б В.2.8-43:2011 «Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови».

Роботи на будівельному майданчику можна розпочати лише після наявності ПВР, погодженого відповідно до встановлених норм.

Особливу увагу на майданчиках слід приділяти безпеці робочих місць, щоб запобігти дорожньо-транспортним пригодам і випадковому потраплянню пішоходів у зону будівельно-монтажних робіт. Територія будівельного майданчика повинна бути огорожена інвентарним огороженням з червоними сигнальними ліхтарями вздовж нього. Також мають бути встановлені попереджувальні дорожні знаки на під'їздах до майданчика. Вночі майданчик повинен бути освітлений щогловими ліхтарями відповідно до нормативних вимог.

Складування будівельних конструкцій і матеріалів на висоті не повинно перевищувати норм, визначених ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві».

Електробезпека на майданчиках і робочих місцях повинна відповідати вимогам ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги».

Робітники, що займаються дорожнім будівництвом, повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту:

- захисними окулярами з силікатним склом для захисту від уламків матеріалів, пилу та бризок неагресивних рідин;
- захисними окулярами з коробчастою оправою для захисту від бризок агресивних рідин і при обробці металу, дерева, роботі з цементом та піском;
- окулярами з затемненим склом для захисту від яскравого світла, ультрафіолетових та інфрачервоних променів;
- протишумовими навушниками для захисту слуху від високочастотного шуму (110-120 дБ);
- захисними рукавицями для захисту від вібрацій при роботі з пневмоінструментами;
- віброзахисним взуттям для захисту ніг від підвищеної вібрації;

- гумовими рукавицями та калошами для захисту від електричного струму при роботі з електроустановками на напругу до 1000 В.



Рисунок 4.1 – Захист органів зору (захисні окуляри)



Рисунок 4.2 - Захист органів слуху (беруші, протишумові навушники)



Рисунок 4.3 - Рукавички для захисту від вібрації

Для дорожніх робітників спеціальний одяг (комбінезони, халати) виготовляють з тканин, що мають високу стійкість до розриву та стирання.

При виконанні робіт у зоні руху транспорту робітники повинні бути забезпечені сигнальними куртками.

Основною мірою захисту персоналу від шумового навантаження під час будівництва, якщо рівень шуму перевищує нормативи (101,9 дБА), є використання шумозахисних навушників або берушів, які повинні забезпечити зниження шуму не менше ніж на 21,9 дБА.

Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин

Під час роботи з машинами та механізмами робітники повинні дотримуватися норм техніки безпеки.

Для попередження нещасних випадків на будівництві особливу увагу необхідно приділити правильній експлуатації вантажопідіймальних машин. Правила їх використання викладені в ДСТУ prEN 12937-2002 "Безпека машин. Технічні вимоги до підіймально-транспортних засобів" (prEN 12937:1997, IDT).

Розміщення будівельних машин повинно забезпечувати достатній простір для огляду робочої зони та маневрування, з урахуванням безпечних відстаней від незакріплених виїмок, штабелів вантажів і устаткування.

Особи, відповідальні за технічний стан машин, повинні перевіряти їх стан щонайменше один раз на 10 днів та перевіряти порядок оглядів кожної зміни.

Адміністрація організації, що виконує будівельні роботи із застосуванням машин, повинна призначати інженерно-технічний персонал, відповідальний за безпеку робіт.

Ці працівники повинні бути призначені після перевірки їхніх знань правил безпеки та інструкцій, що стосуються роботи з відповідними машинами.

В зоні роботи машин повинні бути встановлені знаки безпеки, а на самих машинах — попереджувальні написи. Не дозволяється залишати машини без нагляду з увімкненим двигуном. Під час експлуатації машин потрібно вжити заходів для запобігання їх перекиданню або самовільному переміщенню під дією вітру чи нахилу місцевості.

Водій машини повинен бути оснащений спецодягом, захисними окулярами та мати індивідуальний медичний пакет для надання першої допомоги.

Перед початком роботи машину необхідно оглянути та перевірити її технічний стан: справність гальм, електричного освітлення, системи керування, ходового обладнання та інших важливих компонентів. Робота на несправній машині заборонена.

Для запобігання пожежам при заправці машин паливом не можна курити або використовувати відкритий вогонь. У разі загоряння палива полум'я слід гасити піском, землею або накривати брезентом; не можна заливати його водою.

Якщо машина працює на свіжовідсипаному насипу, її колеса не повинні бути ближче ніж 1 м від краю насипу.

Ремонтні роботи на машині забороняється проводити під час її руху. Технічне обслуговування має здійснюватися тільки при зупиненому двигуні. Якщо машину піднімають домкратом, його слід встановлювати на надійні підкладки.

Після зупинки машини, навіть на короткий час, її необхідно надійно загальмувати і підставити підкладки під ходове обладнання. Якщо машина зупиняється на узбіччі дороги, вона повинна бути огорожена знаками: вдень — червоними прапорцями, вночі — червоними ліхтарями.

Регулярно проводиться інструктаж водіїв з питань охорони праці. Окрім загальних правил безпеки, водії вивчають спеціальні інструкції з безпеки для різних типів транспортних та вантажопідіймальних машин, а також основи будівництва автомобільних доріг.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Дослідження в галузі науки підтверджують, що проблема надійності дорожнього покриття є актуальною як для України, так і для інших країн. Конструктивні особливості дорожнього одягу значною мірою визначаються його призначенням та умовами експлуатації. У кожному конкретному випадку при розрахунку конструкції враховуються фактори, такі як інтенсивність і склад руху транспорту, кліматичні умови, а також доступність місцевих матеріалів, які можуть бути використані для будівництва та ремонту дорожнього покриття.

В магістерській роботі розроблено проєкт нової об'їзної автомобільної дороги державного значення з тунельним перетином водної перешкоди р. Стрий. Запроектовані два варіанти траси автомобільної дороги, поздовжні та поперечні профілі.

Для обґрунтування вибору дорожнього одягу в магістерській роботі розроблено 5 варіантів дорожнього одягу. Першим варіантом передбачено влаштування покриття з щебенево-мастикового асфальтобетону, двох шарів гарячого асфальтобетону, щебенево-піщаної суміші укріпленої цементом марки М20, основа з щебенево-піщаної суміші С-5. Другий варіант аналогічний першому, але ґрунт основи укріплюється цементом і отримана суміш відповідає марці М10. Третій варіант передбачає влаштування цементобетонного покриття, щебенево-піщаної суміші, укріпленої цементом марки М75, основи з щебенево-піщаної суміші С-5, щебеню фракції 5-40 в обоймі з геотекстилю та геогратки. Четвертий варіант аналогічний першому та другому за винятком основи з піску в обоймі з геотекстилю. П'ятий варіант аналогічний третьому за винятком основи з піску в обоймі з геотекстилю.

Згідно проведених розрахунків встановлено, що найбільший запас міцності має варіант 1, покриття якого влаштовується з щебенево-мастикового асфальтобетону. Тобто, цей варіант має найбільш запас міцності конструкції, в порівнянні з іншими конструкціями. Варіанти 1 та 2, 4 та 5, 3 та 5 вважаються рівноцінними, оскільки різниця між цими варіантами становить менше 5%.

Найдешевшим варіантом влаштування дорожнього одягу є варіант 3, який

передбачає влаштування цементобетонного покриття. При цьому п'ятий варіант вважається рівноцінним. Найдорожчим варіантом влаштування дорожнього одягу є влаштування класичного нежорсткого дорожнього одягу за варіантами 1 та 4.

Враховуючи високу інтенсивність вантажного транспорту, а саме 5800 авт/добу, та зважаючи на вищенаведені розрахунки міцності та вартості дорожніх одягів, в даному випадку застосування жорсткого дорожнього одягу є найбільш раціональним варіантом.

Також в магістерській роботі розкрито питання охорони праці при виконанні робіт при будівництві автомобільної дороги.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кривобок О. В., Биковець М. М. Аналіз доцільності застосування конструкцій жорсткого дорожнього одягу під час відновлення автомобільних доріг в Україні. *Дороги і мости*. Київ, 2023. Вип. 28. С. 134–143. DOI: 10.36100/dorogimosti2023.28.134
2. Dwi Kardianto, R., Winiasri, L. and Rozi, F. 2023. PLANNING OF SERVICE ROAD THICK PAVEMENT FROM THE NEW TERMINAL TO THE CARGO TERMINAL AT H.HASAN AROEBOSMAN AIRPORT ENDE. *Proceeding of International Conference of Advance Transportation, Engineering, and Applied Social Science* . 2, 1 (Nov. 2023), 812–817. DOI:<https://doi.org/10.46491/icateas.v2i1.1745>.
3. Tereshchenko, Tatiana & Illiash, Sergii. (2022). Scopes of standard methods for testing road pavements by loading. *Avtoshliakhovyk Ukrayiny*. 1. 66-74. 10.33868/0365-8392-2022-1-269-2-66-74.
4. Bilski, Marcin et al. Initiation of initial conditions in a model for thermal analysis of road pavement structures. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, [S.l.], v. 22, n. 3, p. 275-285, sep. 2023. ISSN 2449-769X. Available at: <>. Date accessed: 05 Jan. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.7409/rabdim.023.014>.
5. Онищенко, А.М., Ковальчук, В.В., Загородній, О.В. і Мороз, В.С. 2023. Визначення залишкового строку служби модифікованого полімером асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3, 1 (123) (Чер 2023), 41–51. DOI:<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279006>.
6. Mingjing Fang, Yiming Chen, Yungang Deng, Zhe Wang, Mengjun Zhu, Toughness improvement mechanism and evaluation of cement concrete for road pavement: A review, *Journal of Road Engineering*, Volume 3, Issue 2, 2023, Pages 125-140, ISSN 2097-0498, <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2023.01.005>.
7. Онищенко А. М., Цепелев С. Ю., Чиженко Н. П. Прогнозування довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг від дії транспортних засобів. *Дороги і мости*. Київ, 2022. Вип. 25. С. 77–86. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.077>

8. М. Б. Курган, Д. М. Курган, О. Ф. Лужицький та ін. Оцінка варіантів дорожнього покриття на основі методу аналізу ієрархій. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. Дніпро, 2023. Вип. 24. С. 37–49. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2023/291856>

9. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. ДБН В.2.3-4-2015. [Текст] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 91 с.

10. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зміна №1. ДБН В.2.3-4-2015. [Текст] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 28 с.

11. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зміна №2. ДБН В.2.3-4-2015. [Текст] – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 15 с.

12. Галузеві будівельні норми України. Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт. Організаційно-методичні, економічні і технічні нормативи [Текст]: ГБН Г.1-218-182:2011. – К.: Укравтодор,, 2011. - 17 с.

13. Галузеві будівельні норми України. Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування. ГБН В.2.3-37641918-557:2016. [Текст]. – 2016. – 75 с.

14. Данелюк, В. 2019. БЕТОННІ ДОРОГИ – ШЛЯХ В МАЙБУТНЄ. Будівельні матеріали та вироби. 1-2(100) (Сер 2019), 48–50. DOI:<https://doi.org/10.48076/2413-9890.2019-100-09>.

15. Пиріг Я.І., Ільїн Я.В., Роман П.С. Властивості асфальтобетонів, виготовлених на спеціальних дорожніх бітумах. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. № 16 (2021), 143-145. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6\(16\)-19](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6(16)-19)

16. M, Prof & Adhav, Anuj & Jain, Harsh & Salve, Abhilasha & Shejul, Prem & Rathod, Umesh & Rajput, Karan. (2023). Economical Formation Level for Road Pavement. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. 11. 669-673. 10.22214/ijraset.2023.51568.

17. Кривобок О. В., Биковець М. М. Аналіз доцільності застосування конструкцій жорсткого дорожнього одягу під час відновлення автомобільних доріг в Україні. *Дороги і мости*. Київ, 2023. Вип. 28. С. 134–143.

18. Безуглий А. О. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструкцій дорожнього одягу / А. О. Безуглий, С. І. Ілляш, О. Ю. Тимощук. // *Дороги і мости*. – 2015. – №15. – С. 27–34.

19. НПАОП 45.2-7.02-12 Охорона праці і промислова безпека у будівництві

20. Земляні роботи : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 157 с.

21. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва – К.: державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», 2016. – 54 с.

ДОДАТОК А
Розрахунки конструкцій дорожнього одягу

