

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра «Транспортна інфраструктура»

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему: Капітальний ремонт автомобільної дороги з порівнянням жорсткого і нежорсткого дорожнього одягу

за освітньою програмою: Автомобільні дороги і аеродроми
зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Виконав:

студент групи: ДА2111
Іван ПАХОМОВ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис студента)

Керівник:

Ст. викладач Олег ЛУЖИЦЬКИЙ
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Нормоконтролер:

Ст. викладач Олег ЛУЖИЦЬКИЙ
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

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

Студент _____

(підпис)

Дніпро – 2025 рік

Construction, Architecture and Infrastructure

(faculty)

Transport Infrastructure

(department)

Explanatory note
to qualification work
bachelor's degree
(higher education degree)

Capital repair of a highway with a comparison of rigid and flexible pavement
structures.

according to educational curriculum: Highways

in the Speciality: 192 Construction and Civil Engineering

Done by the student of the group: ДА2111 / Ivan Pakhomov /

(name, surname)

Scientific Supervisor: / Art. teacher Oleg Luzhytskyi /
(position, name, surname)

Normative controller: / Art. teacher Oleg Luzhytskyi /
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Будівництво, архітектура та інфраструктура

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Рівень освіти перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Освітня програма: Автомобільні дороги

Спеціальність: Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ТЮТКІН

(підпис)

« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу _____ бакалавр
(ступінь вищої освіти)

студенту Пахомову Івану Сергійовичу

1. Тема роботи: Капітальний ремонт автомобільної дороги з порівнянням жорсткого і нежорсткого дорожнього одягу

Керівник роботи: Лужицький Олег Федорович, старший викладач

Затверджена наказом № 328 ст від 03.03.2025

2. Строк подання студентом роботи – 13 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Район проектування – м. Дніпро	Існуюча категорія дороги – вулиця загальноміського значення
Довжина ділянки проектування – 0,8 км	Дорожній одяг – встановлюється згідно ДБН В 2.3-4 та інших нормативних документів
Розрахункова швидкість – згідно ДБН В 2.3-4	Кількість транспортних одиниць: 742 авт/добу
4. Зміст пояснювальної записки:	
1 Аналітична частина	
Огляд нормативних документів з проектування та експлуатації автомобільних доріг	
2 Основна частина	
Проект капітального ремонту автомобільної дороги з розробкою варіантів дорожнього одягу	
3 Економічна частина	
Порівняння варіантів дорожнього одягу	
4 Охорона праці та захист навколишнього середовища	
Охорона праці та захист навколишнього середовища при укладанні дорожнього одягу автомобільної дороги	
5. Перелік графічного матеріалу: Схема й характеристики ділянки проектування.	

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

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Огляд нормативних документів з проектування та експлуатації автомобільних доріг	28.03.2025	20
2	Проект капітального ремонту автомобільної дороги з розробкою варіантів дорожнього одягу	18.04.2025	20
3	Порівняння варіантів дорожнього одягу	16.05.2025	25
4	Охорона праці та захист навколишнього середовища при укладанні дорожнього одягу автомобільної дороги	06.06.2025	25
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	13.06.2025	10
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	За графіком ЕК	100

Студент

(підпис)

Іван ПАХОМОВ

Керівник роботи

(підпис)

Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Склад дипломної роботи: томів 1, сторінок 86, рисунків 4, таблиць 10.

Найменування роботи: Капітальний ремонт автомобільної дороги з порівнянням жорсткого і нежорсткого дорожнього одягу.

Зі зростанням кількості автомобілів в Україні, підвищенням мобільності міського населення, збільшенням навантаження на міські дороги та прискореним зносом покриття дороги руйнуються набагато швидше, ніж очікувалося. Оскільки більшість доріг були спроектовані у 20-му столітті та мали менші навантаження, більшість із них зараз потребують капітального ремонту чи перебудови. Нині експлуатаційні стандарти автомобільних доріг не відповідають сучасним стандартам, а більшість доріг не ремонтуються після закінчення терміну служби через брак коштів.

Капітальний ремонт є найпоширенішим і ефективним варіантом утримання дорожньої мережі України, а найдорожчою його частиною є покриття. Різноманітність тротуарів велика, і крім характеристик міцності необхідно враховувати їх економічні показники.

Дана робота присвячена проблемі порівняння різних типів покриттів при капітальному ремонті.

Розрахунки виконано на ЕОМ з застосуванням програм RadonUA, AutoCAD.

Ключові слова: КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ, ДОРОЖНІЙ ОДЯГ, ПЛАН АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ, ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ, ПОПЕРЕЧНИЙ ПРОФІЛЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Класифікація автомобільних доріг	9
1.2 Проектування основних елементів автомобільної дороги	9
1.2.1 Поперечний профіль	9
1.2.2 План і повздовжній профіль	14
1.3 Земляне полотно	17
1.3.1 Загальні положення	17
1.3.2 Земляне полотно в складних інженерно-геологічних умовах.....	19
1.4 Дорожній одяг.....	21
1.4.1 Загальні положення	21
1.4.2 Нежорстокий дорожній одяг	24
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	26
2.1 Характеристика району проектування	26
2.2 Вивченість інженерно-геологічних умов	28
2.3 Проектні рішення	29
2.3.1 План автомобільної дороги	29
2.3.2 Поздовжній та поперечні профілі	29
2.3.3 Дорожній одяг.....	30
2.3.4 Розрахунок дорожнього одягу.....	30
2.3.5 Автобусні зупинки	33
2.3.6 Тротуари, дорожні знаки, розмітка, огороження	35
2.3.7 Організація безпеки дорожнього руху	35
2.3.8 Антикоровійний захист металевих елементів бар'єрного огороження.....	35
2.3.9 Заходи для маломобільних груп населення (МГН).....	36
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	37
3.1 Техніко-економічне порівняння варіантів дорожнього одягу	37
3.2 Технічні показники проєктованої автомобільної дороги	38
3.3 Види інвесторської кошторисної документації і порядок їх складання	38
3.4 Порядок складання локальних кошторисів і відомостей ресурсів до них.....	41
3.5 Визначення економічних показників варіантів дорожнього одягу проєктованої дороги.....	44
3.6 Висновок до розділу.....	46
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	47
4.1 Види робіт	47
4.1.1 Капітальний ремонт.....	47
4.2 Машини та механізми, які застосовуються при капітальному ремонті	48
4.3 небезпечні та шкідливі фактори при капітальному ремонті автомобільної дороги	49
4.4 Вимоги до безпеки праці під час виконання робіт з капітального ремонту автомобільних доріг	51
4.5 Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт	54
4.6 Вимоги безпеки під час ремонту дорожнього покриття.....	55
4.7 Охорона навколишнього середовища.....	58
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	60
ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Постійне зростання автомобільного парку країни, зростання рухливості міського населення до збільшення рівня завантаження міських доріг, а так само до прискореного зносу дорожніх покриттів ведуть до руйнування доріг набагато швидше, ніж розраховувалось раніше. Оскільки більшість доріг було запроектовано у 20 столітті та на менші навантаження, зараз більшість доріг потребує капітального ремонту або реконструкції. Зараз автомобільні дороги не експлуатуються згідно чинних норм і більшість доріг не ремонтується за строком експлуатації через низький рівень фінансування.

Автомобільні дороги є важливою складовою транспортної системи держави. Стан їх розвитку значною мірою впливає на соціально-економічний розвиток держави. Вони потребують постійного нагляду та ремонту з метою підтримання їх у належному стані, забезпечення безпечних і комфортних умов руху.

Рівень інноваційного прогресу різко росте, але стан дорожнього одягу стрімко погіршується. Військова агресія росії проти України також значно пошкодила транспортну мережу. Тому капітальний ремонт та реконструкція автомобільних доріг – це дуже важлива проблема сьогодення. Адже автомобільні дороги для держави – це головний чинник розвитку економіки та бізнесових зв'язків. І чим розвиненіша та якісніша мережа доріг, тим краще для розвитку економіки.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

Станом на 2022 рік основними документами, які регулюють усі норми проектування та будівництва автомобільних доріг, є ДБН В.2.3-4:2015 [1], ДБН [1] Зміни 1 [2] та Зміни 2 [3], а також ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці і дороги в населених пунктах» [4]. Важливо зазначити, що ця нормативна база регулярно переглядається відповідно до сучасних тенденцій розвитку інфраструктури. Крім того, національні будівельні стандарти підкріплюються національними стандартами (ДСТУ), галузевими будівельними нормами (ГБН), ТУ тощо, на які є посилання в основному ДБН [1].

1.1 Класифікація автомобільних доріг

Дороги загального користування поділяються відповідно до законодавства за їх значенням [5].

Дороги технічно класифікуються за категоріями на основі розрахункової середньорічної добової очікуваної інтенсивності руху, як показано 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

1.2 Проектування основних елементів автомобільної дороги

1.2.1 Поперечний профіль

Основні параметри поперечного перерізу автомобільної дороги в залежності від її категорії слід виділяти згідно з таблицею 1.2. Проектування трисмугових автомобільних доріг відповідає вимогам державних стандартів. Параметри магістралей можуть бути збільшені після відповідних техніко-економічних обґрунтувань. Ширина серединної смуги повинна бути достатньою для встановлення смуг лівоповоротного переходу, наземних пішохідних переходів,

опор мостів тощо. Якщо відстань між цими смугами менше 0,5 км, ширину серединної смуги не слід зменшувати до параметрів, зазначених у таблиці 1.2 відповідного дослідження, а довжину серединної смуги можна збільшити.

Таблиця 1.2 – Параметри поперечного профілю автомобільних доріг

Ч.ч	Показник	Одиниці вимірювання	Категорія доріг					
			I-a	I-б	II	III	IV	V
1	Кількість смуг руху	шт	4;6;8	4;6	2	2	2	1
2	Ширина смуги руху	м	3,75	3,75	3,75	3,50	3,00	4,50
3	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	-
4	Ширина розділювальної смуги	м	6,00	3,00	-	-	-	-
5	Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі	м	0,75	0,50	-	-	-	-

Кількість смуг для автомобільної дороги I категорії визначати згідно з таблицею 1.3 виходячи із середньорічної інтенсивності руху, середньодобової інтенсивності руху та 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

Проектування проїзної частини автомобільної дороги на прямих ділянках усіх категорій передбачено з двосхилим поперечним профілем, що відповідає

вимогам нормативних документів з метою забезпечення ефективного водовідведення та безпеки руху.

У випадках стадійного будівництва, коли на першому етапі реалізується лише один проїзд, передбачається влаштування односхилого поперечного профілю проїзної частини. Це дозволяє оптимізувати організацію дорожнього руху та забезпечити конструктивну сумісність при подальшій реалізації другої черги.

При реконструкції доріг категорії I-б допускається збереження існуючого двосхилого поперечного профілю проїзної частини за умови належного технічного обґрунтування. Обов'язковою умовою в цьому випадку є забезпечення ефективного водовідведення з проїзної частини та розділювальної смуги.

Значення поперечного похилу проїзної частини приймаються відповідно до типу покриття:

- для асфальтобетонного та цементобетонного покриття – 25‰;
- для гравійного та щебеневого покриття – у межах 25–30‰;
- для покриттів із ґрунтів, укріплених в'язучими речовинами або місцевими матеріалами – відповідно до характеристик матеріалу та умов експлуатації.

Поперечні похили узбіч приймаються більшими за похили проїзної частини. Їх величина визначається залежно від типу укріплення узбіч і забезпечує додаткове водовідведення за межі проїзної частини.

- від 30‰ до 40‰– укріплених із застосуванням в'язучих;
- від 40‰ до 60‰– укріплених гравієм, щебенем;
- від 50‰ до 60‰– укріплених засівом трав або одернуванням.

У випадках укріплення узбіч асфальтобетоном або цементбетоном, поперечний похил узбіч приймається рівним похилу проїзної частини, що забезпечує єдину геометрію поверхні та сприяє ефективному водовідведенню.

Перехід від двосхилого поперечного профілю до односхилого на віражах передбачається виконувати в межах перехідної кривої. У разі її відсутності,

перехід слід здійснювати на прилеглій прямолінійній ділянці, довжина якої повинна відповідати довжині перехідної кривої.

Проектування віражів на автомобільних дорогах I категорії, як правило, виконується із застосуванням роздільних поперечних похилів для смуг різного напрямку руху з обов'язковим улаштуванням водовідвідних споруд у межах розділювальної смуги.

У випадках, коли на зовнішньому узбіччі віражу відсутнє дорожнє огороження першої групи, поперечний похил узбіччя приймається рівним похилу проїзної частини. Якщо ж встановлено огороження першої групи або тросового типу, похил узбіччя допускається залишати незмінним — як на прямих ділянках.

Похил внутрішнього узбіччя на віражі призначається не меншим, ніж поперечний похил проїзної частини. Перехід від стандартного похилу узбіччя при двосхилому профілі до похилу на віражі слід виконувати на підходах до віражу, на ділянці завдовжки 20 м до початку відгону.

Додатковий поздовжній похил зовнішньої крайки проїзної частини відносно проектного поздовжнього похилу на ділянці відгону віражу не повинен перевищувати:

- для доріг I–II категорій — 5‰;
- для доріг III–IV категорій у рівнинній місцевості — 10‰;
- для доріг IV–V категорій у гірській або горбистій місцевості — 20‰.

На ділянках з радіусами кривих 750 м і менше передбачається розширення проїзної частини за рахунок узбіччя або земляного полотна. При цьому мінімальна ширина узбіч має становити:

- для доріг I-б – II категорій — не менше ніж 1,5 м;
- для доріг інших категорій — не менше ніж 1,0 м.

Значення повного розширення однієї смуги руху відповідно до радіуса кривої подано 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 автомобільна дорога має більше двох смуг руху в одному напрямку, розширення проїзної частини передбачається лише для двох крайніх (зовнішніх) смуг. При цьому на перехідно-швидкісних смугах розширення не передбачаються.

У разі, коли наявна ширина узбіч недостатня для розміщення розширеної проїзної частини, необхідно передбачити відповідне збільшення ширини земляного полотна. Формування розширеної проїзної частини здійснюється з початку перехідної кривої, при цьому розширення має наростати поступово та досягати повного значення на початку колової кривої.

У межах увігнутих кривих повздовжнього профілю, що з'єднують ділянки з алгебраїчною різницею зустрічних похилів понад 60%, ширина проїзної частини повинна збільшуватися. Для доріг II–III категорій розширення передбачається за рахунок узбіч на 0,5 м з кожного боку, а для доріг IV–V категорій — на 0,25 м відповідно до нормативів, наведених у таблиці 2.

Довжина ділянки з розширеною проїзною частиною на вертикальних увігнутих кривих повинна становити:

- для доріг II–III категорій — 100 м;
- для доріг IV–V категорій — 50 м.

Перехід до розширеної проїзної частини необхідно здійснювати плавно:

- на дорогах II–III категорій — на довжині 25 м;
- на дорогах IV–V категорій — на довжині 15 м.

У складних умовах гірської місцевості, а також у межах цінних продуктивних земель чи на ділянках із перехідно-швидкісними смугами або додатковими смугами на підйом, допускається зменшення ширини узбіч:

- до 1,5 м — для доріг I-б – II категорій;

– до 1,0 м — для доріг III–V категорій.

1.2.2 План і повздовжній профіль

При проектуванні траси автомобільної дороги слід передбачати плавну просторову лінію, що забезпечує взаємну узгодженість елементів плану, поздовжнього та поперечного профілів. Проектне рішення повинно гармонійно поєднуватися з навколишнім ландшафтом і враховувати вплив геометричних параметрів на умови руху та зорове сприйняття дороги.

Формування плану та поздовжнього профілю дороги повинно здійснюватися з урахуванням інтенсивності транспортного потоку, вимог безпеки дорожнього руху та забезпечення комфортних умов пересування. Також необхідно враховувати можливість подальшої реконструкції дороги поза межами перспективного розрахункового періоду.

Основні параметри елементів плану та профілю слід приймати не нижчими за такі значення:

- повздовжні ухили – до 30%;
- видимість на зупинку – не менше ніж 450 м;
- радіуси кривих у плані – понад 3000 м;
- радіуси опуклих кривих у поздовжньому профілі – понад 70 000 м;
- радіуси увігнутих кривих у поздовжньому профілі – понад 8000 м;
- довжина опуклих кривих – понад 300 м;
- довжина увігнутих кривих – понад 100 м.

У випадках складного рельєфу місцевості або наявності інших обмежуючих факторів, коли дотримання нормативних параметрів є неможливим або призводить до значного збільшення обсягів робіт та вартості будівництва, допускається зниження параметрів до гранично допустимих значень. Такі значення встановлюються залежно від проектної та розрахункової швидкості відповідно до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Розширення однієї смуги руху на горизонтальних кривих

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	'

Найбільші допустимі поздовжні ухили на ділянках доріг із кривими у плані радіусом 50 м і менше слід зменшувати відповідно до величин, наведених у 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

Під час проєктування автомобільних доріг I категорії на окремому земляному полотні для напрямків руху, що ведуть на спуск, допускається збільшення поздовжніх ухилів порівняно з ухилами на підйом, але не більше ніж до 20%.

Для підйомних ділянок доріг у гірській місцевості дозволяється проєктування зтяжних ухилів понад 60% за умови обов'язкового передбачення майданчиків для зупинки транспортних засобів, відстань між якими не повинна перевищувати значення, визначені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Довжина ділянок із зтяжним похилом у гірських умовах

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

Ділянки прямих і кривих у плані при радіусі кривої у плані 2000 м та менше повинні з'єднуватись перехідними кривими.

Криві у плані і поздовжньому профілі доцільно суміщати. При цьому у плані повинні бути (100-150) м довші за криві в поздовжньому профілі. Необхідно уникати сполучення кінців кривих у плані з початком кривих у поздовжньому профілі. Відстань між ними рекомендується призначати не менше ніж 150 м.

На крутих гірських схилах дорогу доцільно прокладати серпантинами. Норми проєктування серпантинів необхідно приймати згідно з таблицею 8.

Серпантин радіусом менше ніж 30 м можна застосовувати тільки на дорогах IV-V категорій з введенням на них заборони руху транспортних засобів довжиною понад 11 м.

Таблиця 1.8 – Норми проектування серпантинів

Параметри елементів серпантинів	Норми проектування серпантинів при розрахунковій швидкості руху, км/год		
	30	20	15
Найменший радіус кривої в плані, м	30	20	15
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 позовжній похил на ділянках серпантинів, ‰	30	35	40

Відстань між кінцевими точками кривих двох суміжних серпантинів слід призначати не меншою за 400 м для автомобільних доріг I–III категорій, 300 м — для доріг IV категорії та 200 м — для доріг V категорії.

1.3 Земляне полотно

1.3.1 Загальні положення

Проектування конструкції земляного полотна слід виконувати відповідно до вимог чинних галузевих нормативних документів з урахуванням категорії дороги, висоти насипів і глибини виїмок, типу дорожнього одягу, фізико-механічних властивостей ґрунтів, що передбачається застосовувати в основі полотна, умов виконання робіт, природних та інженерно-геологічних характеристик району будівництва, а також досвіду експлуатації доріг у подібних умовах.

При розробленні конструкції повинна забезпечуватися міцність, стійкість та стабільність земляного полотна і дорожнього одягу з мінімальними витратами на будівництво й подальшу експлуатацію. Необхідно також передбачити раціональне використання території, зокрема максимальне збереження цінних земельних ресурсів і мінімізацію впливу на навколишнє природне середовище.

До основних елементів конструкції земляного полотна належать:

– робочий шар — верхня частина земляного полотна в межах активної зони, що розміщується під дорожнім одягом і має глибину не менше 1,5 м від поверхні покриття;

- тіло насипу;
- основа насипу — природний ґрунтовий масив під насипним шаром або робочим шаром;
- основа виїмки — ґрунт під робочим шаром у межах виїмки;
- укосні частини виїмок;
- споруди для відведення поверхневих вод;
- споруди для зниження рівня або відведення підземних вод;
- геотехнічні споруди, призначені для захисту земляного полотна від впливу небезпечних геологічних процесів.

Погодні та кліматичні фактори, а також природні умови району будівництва визначають підходи до проектування земляного полотна, формують вимоги до його міцності та експлуатаційної надійності.

Залежно від гідрологічних умов та рівня зволоження території, розрізняють три типи місцевостей:

- Сухі ділянки — поверхневі та ґрунтові води не впливають на вологість верхніх шарів ґрунту.
- Вологі ділянки — можливе короткочасне (до 30 діб) затоплення поверхневими водами; вплив ґрунтових вод відсутній.
- Мокрі ділянки — спостерігається постійне надмірне зволоження та тривале затоплення як поверхневими, так і ґрунтовими водами.

Поперечний профіль земляного полотна рекомендується приймати відповідно до типових рішень з урахуванням конкретних умов об'єкта. Індивідуальні конструктивні рішення із відповідними обґрунтуваннями необхідно передбачати у таких випадках:

- для насипів заввишки понад 12 м;
- при тимчасовому або постійному затопленні укосів;
- на болотах завглибшки понад 4 м, особливо за наявності поперечних похилів дна понад 1:10;

- при влаштуванні насипів на слабких ґрунтах або з використанням вологих ґрунтів;
- за потреби застосування спеціальних шарів для регулювання водно-теплового режиму;
- для виїмок глибиною понад 12 м у нескельних і понад 16 м — у скельних ґрунтах;
- при несприятливих гідрогеологічних умовах, зокрема у шаруватих ґрунтах;
- у складних інженерно-геологічних умовах (крутосхили, зсуви, карст, обвали, селі, лавини тощо);
- на ділянках, де передбачається влаштування дренажів або інших споруд, що забезпечують стійкість земляного полотна.

1.3.2 Земляне полотно в складних інженерно-геологічних умовах

У разі проходження автомобільної дороги по гірських схилах із крутизною понад 1:3 розміщення земляного полотна слід передбачати на спеціально влаштованих полицях, що врізаються в масив схилу, або проєктувати низові підпірні стінки для забезпечення стійкості.

На ділянках із крутизною схилів у межах від 1:5 до 1:3 конструкцію земляного полотна слід проєктувати у вигляді насипу або комбінації напівнасипу та напіввиїмки. При цьому влаштовуються уступи в основі полотна шириною від 0,3 м до 4,0 м та висотою до 1,0 м. Поверхня уступів має мати похил у напрямку низу схилу в межах від 10‰ до 20‰.

На зазначених ділянках необхідно передбачати комплекс інженерних рішень, спрямованих на забезпечення сумісної стійкості земляного полотна та прилеглої схилу.

При проєктуванні земляного полотна на болотистих ділянках необхідно виконувати техніко-економічне порівняння варіантів конструктивних рішень. До таких заходів належать: видалення слабких ґрунтів або їх залишення в основі насипу з розробленням спеціальних рішень для підвищення стійкості конструкції, зменшення та прискорення осідань, запобігання пружним

коливанням. Додатково передбачаються берми шириною не менше ніж 1,0 м, розташовані на висоті не менше ніж 0,05 м над рівнем поверхні болота.

У випадках спорудження насипів на слабких ґрунтах доцільно передбачати застосування спеціальних інженерних рішень, які дозволяють ефективно використовувати такі ґрунти в основі земляного полотна. Зокрема, слід передбачити зменшення крутизни укосів, влаштування бічних бERM, тимчасове перевантаження, контрольований режим зведення насипу, вертикальний дренаж, а також укладання армувальних геосинтетичних шарів у основу конструкції.

У районах із поширенням засолених ґрунтів проектування земляного полотна слід здійснювати з урахуванням ступеня засоленості, що визначається згідно з національними стандартами.

Слабо- та середньозасолені ґрунти допускається використовувати в типових конструкціях насипів, зокрема й у робочому шарі, за умови дотримання вимог, встановлених для незасолених ґрунтів. Для індивідуальних рішень використання зазначених ґрунтів повинно базуватись на інженерних розрахунках.

Сильнозасолені ґрунти можуть бути використані в конструкції насипу, включно з робочим шаром, лише на ділянках першого типу місцевості за умов обмеженого зволоження, обов'язково з впровадженням заходів, що виключають подальше засолення робочого шару.

Використання надмірно засолених ґрунтів дозволяється лише за наявності інженерного обґрунтування та розроблення комплексу заходів для нейтралізації їх шкідливого впливу.

Проектування земляного полотна на зрошуваних землях доцільно виконувати у насипах з мінімальним залученням площ зрошуваної території та обов'язковим урахуванням впливу меліоративної системи на водно-тепловий режим ґрунтів у зоні земляного полотна.

На ділянках із ускладненими інженерно-геологічними умовами, такими як зсувні та зсувонебезпечні схили, карстові і підроблювані території, зони можливих проявів селевих потоків, снігових лавин, каменепадів, а також на

ділянках із слабкими, набухаючими чи просадними ґрунтами та в зонах абразійного або ерозійного впливу, проєктування слід здійснювати відповідно до вимог нормативних документів ДБН В.1.1-46 та ДБН В.1.1-25.

1.4 Дорожній одяг

1.4.1 Загальні положення

Під час проєктування дорожнього одягу його конструкцію, а також тип і матеріали покриття слід визначати з урахуванням вимог транспортно-експлуатаційної надійності, інтенсивності та структури транспортного потоку, кліматичних особливостей району будівництва, інженерно-геологічних і ґрунтових умов, санітарно-гігієнічних норм, вимог до безпеки та комфортності руху, а також забезпеченості місцевими будівельними матеріалами.

У складі проєктної документації на будівництво або реконструкцію автомобільних доріг I–II категорій, а також доріг інших категорій, які проходять за напрямками міжнародних та національних транспортних коридорів, доцільно передбачати улаштування верхнього шару покриття з щебенево-мастикового асфальтобетону з використанням полімерних і адгезійних добавок. Застосування таких покриттів рекомендується також у межах транспортних розв'язок, зокрема на з'їздах, в'їздах та примиканнях, де відбувається перетин або злиття транспортних потоків із зазначених доріг.

Типові конструкції дорожнього одягу, їх сфера застосування та рекомендовані матеріали покриттів наведені у 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 складається з одного або кількох конструктивних шарів. У разі багат шарової структури до складу дорожнього одягу входять: покриття, основа, а також, за потреби, додаткові шари основи.

Покриття має відповідати вимогам міцності, рівності та шорсткості, забезпечувати опір утворенню пластичних деформацій у літній період, зберігати цілісність при прогинанні у весняно-осінній період та витримувати розтягувальні напруження в умовах низьких температур узимку. Для забезпечення довготривалого збереження шорсткості матеріал покриття має бути стійким до стирання. За необхідності на поверхні покриття можуть передбачатися шари поверхневої обробки або тонкошарові покриття з метою підвищення шорсткості, захисту та виконання інших функцій.

Основний шар дорожнього одягу призначений для зменшення величини прогину покриття під впливом дії транспортного навантаження та забезпечення достатньої жорсткості, що дозволяє знизити напруження в додатковій основі та ґрунті земляного полотна до допустимих значень. Основу проєктують у вигляді одного або кількох шарів.

Для покращення роботи прикрайкових смуг у конструкції нежорсткого дорожнього одягу основу доцільно передбачати на 0,6 м ширше за сумарну

ширину проїзної частини та укріплених (зупиночних) смуг. Додатковий нижній шар, виконаний з піску або іншого зернистого матеріалу, необхідно влаштувати на ширину не менше 1,0 м більше за основу, а для доріг I–II категорій – на всю ширину земляного полотна. У випадку влаштування жорсткого дорожнього одягу ширина основи повинна перевищувати ширину покриття на 1,0 м з кожного боку.

Додаткова основа виконує функції зниження прогину та напружень у покритті, основі та земляному полотні. Крім цього, вона має забезпечувати:

- відведення вологи з верхньої зони земляного полотна;
- зменшення товщини промерзаючого шару;
- зменшення глибини промерзання;
- запобігання змішуванню зернистого матеріалу з ґрунтом земляного полотна;
- можливість проїзду будівельної техніки на етапі зведення конструкції.

Окремі шари додаткової основи можуть поєднувати декілька зазначених функцій.

Товщина дорожнього одягу та його окремих шарів визначається з урахуванням забезпечення необхідної міцності та морозостійкості конструкції в цілому.

Проектування дорожнього одягу має здійснюватися з урахуванням нормативного строку експлуатації та відповідного рівня надійності конструкції. Кількісним показником надійності є коефіцієнт надійності, значення якого для різних категорій доріг визначено у таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Коефіцієнти надійності

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

При виконанні розрахунків дорожнього одягу на міцність слід ураховувати середньодобову інтенсивність руху вантажного автотранспорту та автобусів, прогнозовану на останній рік нормативного строку експлуатації дорожнього одягу.

1.4.2 Нежорсткий дорожній одяг

Шари нежорсткого дорожнього одягу виконують із асфальтобетонів, а також із матеріалів і ґрунтів, укріплених органічними, неорганічними, комплексними та іншими в'язучими, а також із шлаку і малозв'язаних зернистих матеріалів — щебеню, шлаку, гравію. Конструкцію та розрахунок нежорсткого дорожнього одягу необхідно виконувати відповідно до чинних галузевих нормативних документів.

Розрахунок нежорсткого дорожнього одягу при короткочасному навантаженні здійснюється з урахуванням:

- опору пружному прогину всієї конструкції;
- опору зсуву у ґрунтах та шарах із малозв'язаних матеріалів;
- опору шарів з монолітних матеріалів на розтяг при згині і стиск у верхньому поясі.

На стадії конструювання необхідно передбачати заходи, що забезпечують колієстійкість асфальтобетонного покриття.

Розрахунок на тривалу дію статичного навантаження виконується за показниками опору зсуву у ґрунті, шарах із малозв'язаних матеріалів та в асфальтобетонних шарах.

Для запобігання виникненню деформацій дорожнього одягу внаслідок морозного здимання ґрунту земляного полотна нежорсткий дорожній одяг повинен розраховуватися на морозостійкість.

При проектуванні нежорсткого дорожнього одягу необхідно виконувати розрахунок системи дренажу для забезпечення відведення води, що потрапляє в основу під час весняного танення, а також для захисту земляного полотна від перезволоження поверхневими водами. Розрахунок дренажу слід проводити

перед визначенням міцності конструкції з метою визначення мінімальної товщини додаткового дренажного шару.

На автомобільних дорогах I–III категорій не рекомендується застосування в конструктивних шарах дорожнього одягу неукріплених фракціонованих матеріалів (зокрема щебневих шарів, влаштованих методом розклинювання).

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика району проектування

По своєму значенню проект «Капітальний ремонт автомобільної дороги загального користування місцевого значення О-210823 Старий Салтів – Приколотне км 0+000 – км 24+600 (окремими ділянками) у Харківській області» віднесений до доріг місцевого значення (рисунок 2.1).

Проектована ділянка розташована в Вовчанському районі Харківської області на дорозі місцевого значення О-210823 Старий Салтів – Приколотне на ділянці км 0+000 – км 24+203,59.

Існуюча ширина дороги складає – 6-6,5 м.

Довжина проекрованої ділянки – 24203,59 м.

На підставі ДБН В.2.3.4-2015, п.4.1 визначено категорію дороги за технічною специфікацією. При розрахунковій інтенсивності – 150 приведених одиниць транспорту, дорогу віднесено до IV категорії за технічною класифікацією.

Асфальтобетонне покриття знаходиться в незадовільному стані – вибоїни, викришування крайки проїзної частини, зруйноване узбіччя.

Дорожня розмітка – відсутня, дорожні знаки – в незадовільному стані.

Поперечний профіль дороги – двоскатний. Поперечні похили проїзної частини ненормативні і коливаються в межах від 0‰ до 40‰.

Існуюче положення проїзної частини в поздовжньому і поперечному профілях, стану дорожнього одягу не відповідає нормам ДБН.

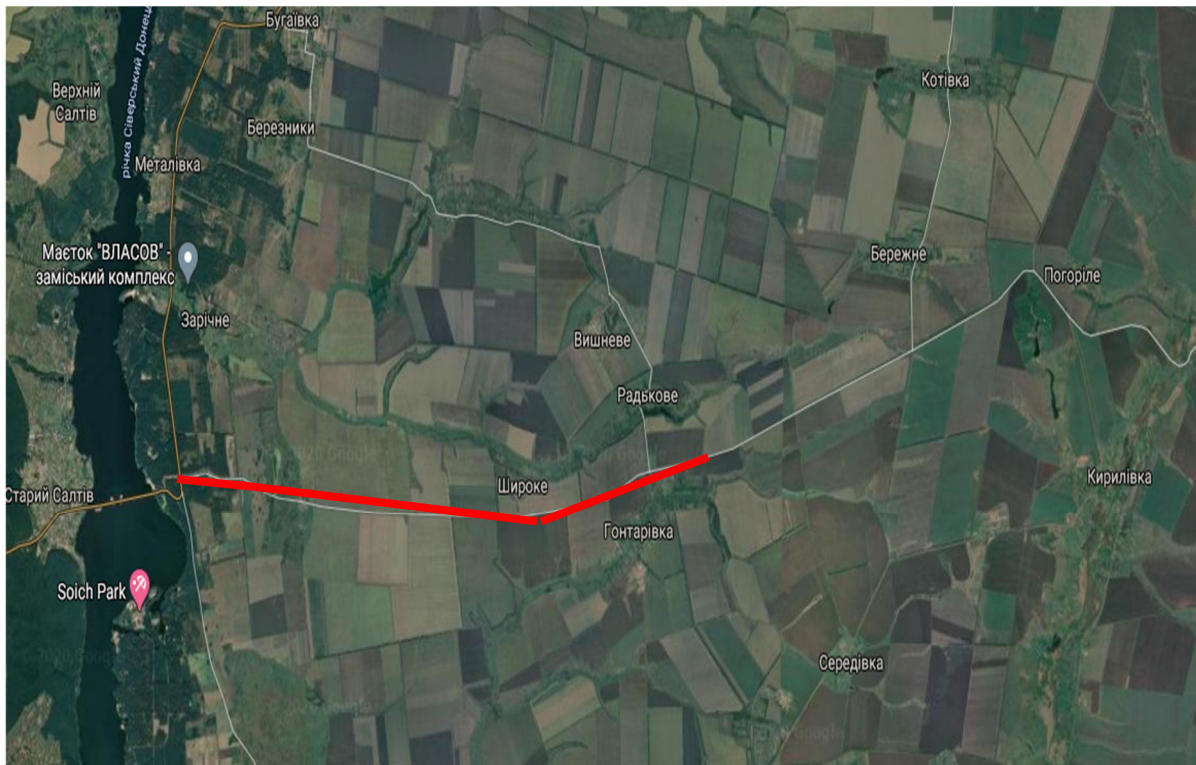


Рисунок 2.1 – План ділянки капітального ремонту дороги

Область розташована в зонах лісостепу і степу.

Клімат – помірно континентальний. Середня температура в січні -7°C , а в липні $+21^{\circ}\text{C}$.

Зима помірно м'яка, з переважанням хмарних, помірно морозних погод. Сніговий покрив утримується до 110 днів.

Літо тепле, сонячне, сухе. Опадів від 400 до 650 мм на рік, головним чином в квітні – жовтні. На рік у середньому припадає 1750 годин сонячного сяйва.

Влітку переважають західні вітри, в інші пори року – східні і північно-східні.

Рельєф у більшій частині області рівнинний, це північно-східна частина Придніпровської низовини. Серед ґрунтів переважають чорноземи. На півночі області є відроги Середньоруської височини, а на південному сході – Донецької височини. Ліси і кущі займають лише 11% території області, і розташовані вони переважно у річищах річок на високих правих берегах. Степові райони Харківської області характеризуються рівнинним ландшафтом, іноді зустрічаються глибокі яри.

Система річок Харківської області має певні особливості. Найбільшою річкою

області є Сіверський Донець – найбільша річка Лівобережної України (довжина 1053 км). Сіверський Донець починається в Росії у районі міста Білгород, протікає територією Харківської, Донецької, Луганської областей і впадає в Дон у Ростовській області. Великими притоками Сіверського Дінця є Оскіл, Уди, Межова.

Друга група річок – це дрібні степові річки, що майже висихають влітку і течуть від центра області на південь. Усі вони є притоками Дніпра – Багата, Орель, Орчик, Самара та ін. Третя група дрібних річок тече серед луків та лісів на північному заході області (Коломак, Мерло та ін.). Вони також належать до басейна Дніпра, але впадають у Ворсклу.

Таким чином, на території Харківської області проходить вододіл великих водних систем Європи: Дніпра і Дону. Цей вододіл іде умовно уздовж лінії Золочів – Богодухів – Валки – Нова Водолага – Первомайський – Лозова, а його особливістю є відсутність високих гір, численні мілини на річках. Саме наявність такого вододілу визначила історичні шляхи руху народів і військ через територію Харківської області, наприклад, відомий Муравський шлях з Криму в Україну.

Тривалість несприятливого періоду для польових робіт становить 5 місяців (з 15 листопада по 15 квітня).

2.2 Вивченість інженерно-геологічних умов

За картами структурно-геоморфологічного районування район вишукувань знаходиться в межах Середньоруської області пластово-денудаційних височин на неогенових, палеогенових та крейдових відкладах та приурочений до Сумсько-Богодухівської денудаційної хвилястої, середньо- та слабозчленованої рівнини. Район вишукувань характеризується рівнинно-похилим розчленованим характером рельєфу з густою гідрологічною мережею та широким поширенням техногенних форм рельєфу.

Згідно з геоморфологічною картою України, об'єкт вишукувань за структурно-генетичним типом відноситься до акумулятивного та денудаційно-акумулятивного типу рельєфу з накладеними техногенними формами,

приурочена до хвилястої ділянки лесоподібного плато з пологим схилом річки Сіверський Донець та перетинає заплаву зони річки Хотомелька.

В межах об'єкту вишукувань широке поширення отримали лесоподібні просідні ґрунти. Інших явних ознак проявів небезпечних геологічних та інженерно-геологічних процесів (згідно ДБН А.2.1-1-2008 [8]) в межах ділянки вишукувань не виявлено. Негативних інженерно-геологічних процесів та явищ, що могли б мати вплив, за межами ділянки вишукувань не виявлено.

Рельєф ділянки вишукувань похило-рівнинний, техногенно спланований. Більша частина ділянки вишукувань покрита асфальтобетонним покриттям, насипними ґрунтами та, частково, рослинністю. Абсолютні позначки поверхні землі по устям свердловин коливаються в межах 109.95 – 203.83 м з нахилом у східному напрямку. Абсолютні позначки поверхні землі наведені в Балтійській системі висот.

2.3 Проектні рішення

2.3.1 План автомобільної дороги

Проїзна частина дороги розташована на пересіченій місцевості.

Проїзна частина з двостороннім рухом. Ширина дороги становить 6-6,5 м.

План автомобільної дороги залишається в існуючих межах. Виконується розчищення та планування з укріпленням щебнем та відфрезованим матеріалом узбіччя дороги по всій довжині проектованої ділянки. Для відведення води влаштовуються водовідвідні лотки та водоскиди на укосах.

Для забезпечення викришування крайки проїзної частини при виїзді транспорту з примикаючих доріг на проектовану ділянку улаштувати тверде покриття від крайки проїзної частини на відстань, передбаченої в кожному випадку примикання.

2.3.2 Поздовжній та поперечні профілі

Поздовжні профілі запроектовані по осі проїзної частини.

Проектні відмітки поздовжнього профілю визначилися виходячи з умов існуючої дороги, перехресть, забезпечення водовідводу та розташування

прилеглої території.

Мінімальний поздовжній похил прийняти 0‰, максимальний – 75‰.

2.3.3 Дорожній одяг

Конструкція дорожнього одягу розрахована відповідно до ГБН В.2.3-376419118-559:2019 та ДБН В.2.3-4-2015.

Вихідними даними для розрахунку є:

- Дорожньо-кліматична зона – У-III;
- Дорожньо-кліматичний район – А-6;
- Тип місцевості по зволоженню – 1;
- Період міжремонтного терміну – 13 років;
- Навантаження – 115 кН;
- Грунт земляного полотна – суглинок;
- Тип дорожнього одягу – капітальний;
- Покриття – асфальтобетон.

По конструктивним особливостям на ділянці проектування передбачається влаштування одного типу конструкції дорожнього одягу.

Для визначення найкращого варіанту розроблено три варіанти дорожнього одягу.

2.3.4 Розрахунок дорожнього одягу

Для порівняння виконано три варіанти дорожнього одягу. Згідно першого варіанту (рисунок 2.2) передбачено влаштування наступної конструкції дорожнього одягу:

1. Вирівнюючий шар ЩПС С-7 згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013, $h_{\text{сер}}=15$ см;
2. ЩПС С-7 згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013 укріплена цементом М20, $h=21$ см;
3. Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 1 л/м²
4. Вирівнюючий шар АБ.Кр.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно з ДСТУ 4044-2019, $h_{\text{сер}}=12$ см;
5. Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 0,4 л/м²;
6. АБ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БМПА 60/90-53

згідно з ДСТУ 4044-2019, $h=5$ см

Другим варіантом (рисунок 2.3) передбачено влаштування наступної конструкції дорожнього одягу:

1. Вирівнюючий шар ЩПС С-7 згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013, $h_{сер}=15$ см;
2. ЩПС С-7 згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013 укріплена цементом М10, $h=21$ см;
3. Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 1 л/м²
4. Вирівнюючий шар АБ.Кр.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно з ДСТУ 4044-2019, $h_{сер}=11$ см;
5. Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, $0,4$ л/м²;
6. АБ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БМПА 60/90-53 згідно з ДСТУ 4044-2019, $h=6$ см.

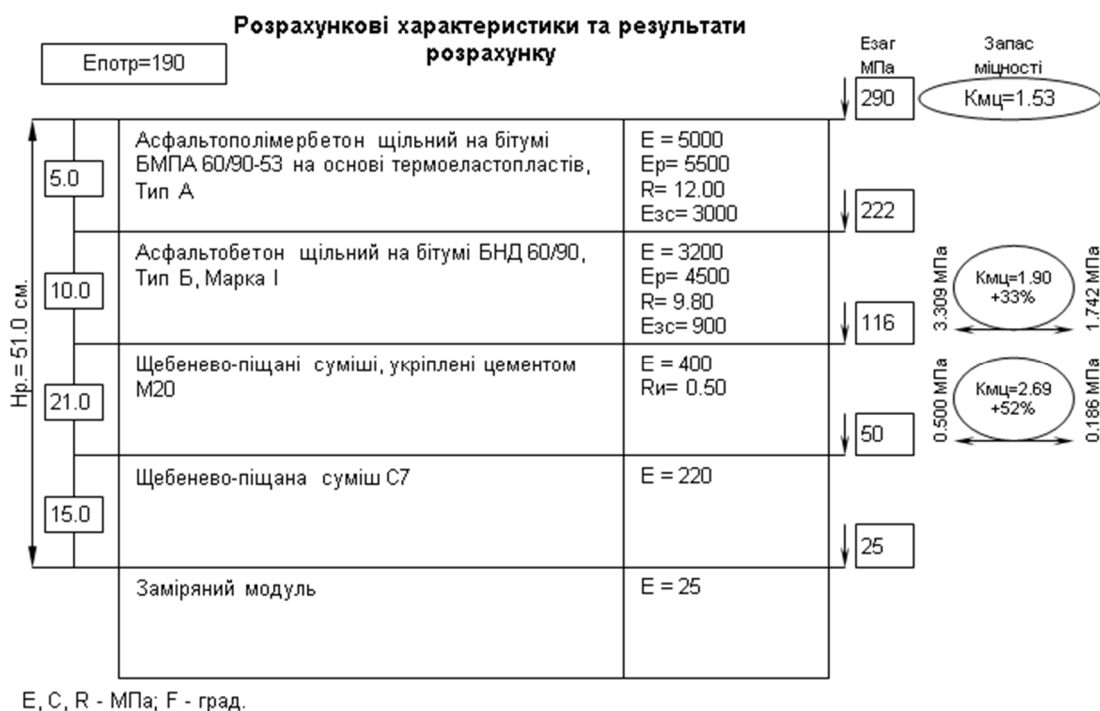


Рисунок 2.2 – Розрахункові характеристики та результати розрахунку дорожнього одягу при підсиленні. Варіант 1.

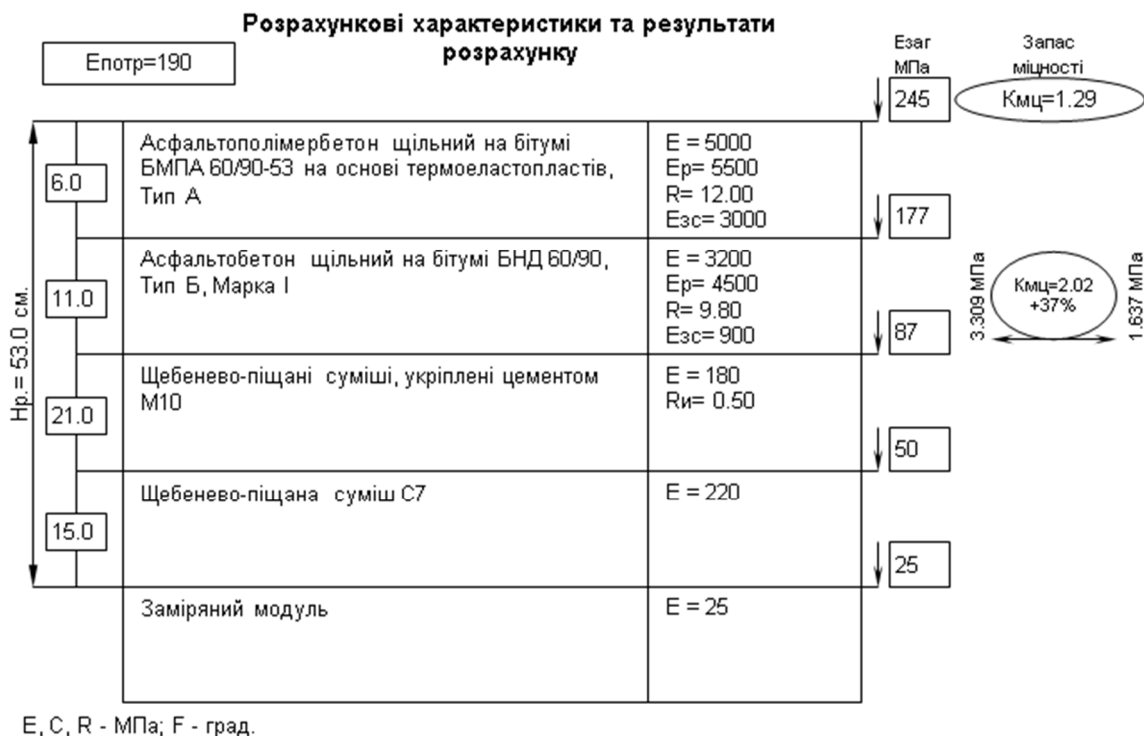


Рисунок 2.3 – Розрахункові характеристики та результати розрахунку дорожнього одягу при підсиленні. Варіант 2.

За третім варіантом (рис. 2.4) передбачено влаштування наступної конструкції дорожнього одягу:

1. Шар щебню згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013 - , h=20 см;
2. ЩПС С-7 згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013, h=21 см;
3. Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 1 л/м²
4. Вирівнюючий шар АБ.Кр.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно з ДСТУ 4044-2019, h_{сер}=10 см;
5. Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 0,4 л/м²;
6. АБ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БМПА 60/90-53 згідно з ДСТУ 4044-2019, h=5 см

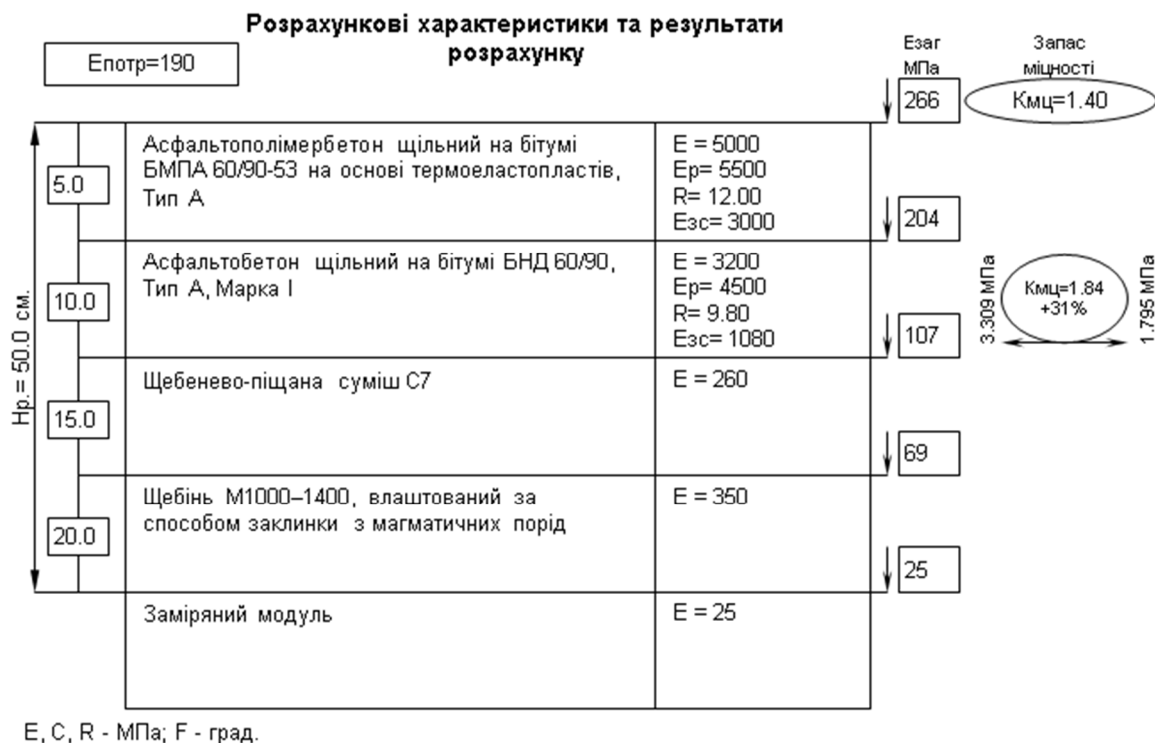


Рисунок 2.4 – Розрахункові характеристики та результати розрахунку дорожнього одягу при підсиленні. Варіант 3.

За параметром запасу міцності перший варіант із значенням 1,53 є найкращим, а другий варіант має найменше значення запасу міцності 1,29. Всі варіанти конструкції дорожнього одягу (див. рис. 2.2-2.4) задовольняють умовам міцності за пружним прогином та зсувом, тому в 4 розділі наведено економічне порівняння варіантів. Розрахунок варіантів дорожнього одягу наведено в Додатку А.

2.3.5 Автобусні зупинки

На ділянці проектування проектом передбачено будівництво або перевлаштування восьми автобусних зупинок:

- на ПК 0+91,14 (ліворуч). Облаштовується існуюча зупинка громадського транспорту. Зупинки облаштовані заїзними кишенями, що мають відгони на вході і виході відповідно 20 і 15 м. Посадкові майданчики на зупинках влаштовуються довжиною 20,0 м і шириною 2,0 м, підвищуються над покриттям зупинкового майданчика на 0,20 м; на зупинці влаштовується металевий автопавільйон.

- на ПК 1+53,14 (праворуч). Облаштовується існуюча зупинка громадського

транспорту. Зупинки облаштовані заїзними кишенями, що мають відгони на вході і виході відповідно 20 і 15 м. Посадкові майданчики на зупинках влаштовуються довжиною 20,0 м і шириною 2,0 м, підвищуються над покриттям зупинкового майданчика на 0,20 м; на зупинці влаштовується металевий автопавільйон.

– на ПК 78+43,28 (ліворуч) і на ПК80+32,09 (праворуч). Облаштовується зупинка для організованої посадки-висадки громадян поряд з населеним пунктом Широке. Зупинки облаштовані заїзними кишенями, що мають відгони на вході і виході відповідно 20 і 15 м. Посадкові майданчики на зупинках влаштовуються довжиною 20,0 м і шириною 2,0 м, підвищуються над покриттям зупинкового майданчика на 0,20 м і з'єднуються тротуарами шириною 1,5 м; на кожній зупинці влаштовується металевий автопавільйон. Ліворуч виконується демонтаж існуючого автопавільйону.

– на ПК 109+82,82 (праворуч) і на ПК111+87,87 (ліворуч). Облаштовується зупинка для організованої посадки-висадки громадян поряд з населеними пунктами Радково та Гонтарівка. Зупинки облаштовані заїзними кишенями, що мають відгони на вході і виході відповідно 20 і 15 м. Посадкові майданчики на зупинках влаштовуються довжиною 20,0 м і шириною 2,0 м, підвищуються над покриттям зупинкового майданчика на 0,20 м і з'єднуються тротуарами шириною 1,5 м; на зупинці ліворуч виконується демонтаж автопавільйону.

– на ПК 215+39,91 (ліворуч) і на ПК217+61,03 (праворуч). Облаштовується зупинка для організованої посадки-висадки громадян поряд з населеними пунктами Погоріле та Кирилівка. Зупинки облаштовані заїзними кишенями, що мають відгони на вході і виході відповідно 20 і 15 м. Посадкові майданчики на зупинках влаштовуються довжиною 20,0 м і шириною 2,0 м, підвищуються над покриттям зупинкового майданчика на 0,20 м і з'єднуються тротуарами шириною 1,5 м; на кожній зупинці влаштовується металевий автопавільйон; на зупинці праворуч виконується демонтаж автопавільйону.

Всі тротуари мають ухили, що забезпечують можливість безперешкодного користування ними маломобільними групами населення. Благоустрій зупинок

забезпечується влаштуванням газонів та встановленням урн.

2.3.6 Тротуари, дорожні знаки, розмітка, огороження

Передбачено облаштування тротуарів від зупинок громадського транспорту до примикання в населені пункти.

Ширина тротуару – 1,5 м.

Покриття тротуару – асфальтобетон.

Для забезпечення безпеки дорожнього руху та орієнтування водіїв на дорозі передбачається влаштування дорожніх знаків II типорозміру, із світлоповертальною поверхнею, індивідуальних дорожніх знаків із світлоповертальною поверхнею, дорожнього металевого (оцинкованого) огороження бар'єрного типу, із стримувальною здатністю 280 кДж, із світлоповертальними елементами, розмітки фарбою та пластиком.

Щитки знаків виготовляються з декапірованої листової сталі, покритою світлоповертальною плівкою.

Дорожні знаки встановлюються на металевих опорах згідно ДСТУ 4100:2021 [9].

2.3.7 Організація безпеки дорожнього руху

Проектом передбачаються наступні заходи щодо безпеки дорожнього руху:

- доведення параметрів проїзної частини до нормативних;
- відновлення твердого покриття проїзної частини;
- встановлення бар'єрного огороження в межах штучних споруд та на насипах, висотою більше 2-х метрів;
- встановлення дорожніх знаків;
- нанесення дорожньої розмітки.

2.3.8 Антикоровий захист металевих елементів бар'єрного огороження

Згідно ДСТУ Б В.2.3-12:2004 [10] та СНиП 2.03.11-85 [11] металеві елементи бар'єрного огороження для забезпечення стійкості до агресивного середовища та за для уникнення зниження несучої здатності всі металеві елементи

конструкції необхідно обробити гарячим цинкуванням.

Згідно з ГОСТ 9.307 [12] товщина шару цинку має бути не менше ніж 0,06 мм.

2.3.9 Заходи для маломобільних груп населення (МГН)

Для безперешкодного руху маломобільних груп населення передбачено влаштування тротуарів шириною 1,5 м. Безпроблемне пересування також забезпечується улаштуванням пандусу в рівень з проїзною частиною для безперешкодного пересування з/на зупинку громадського та приміського транспорту, а також в місцях пішохідних переходів.

Прилегла територія.

Для забезпечення безперешкодного проходу людей з вадами зору та пішохідні шляхи/тротуари не повинні виступати кущі зелених насаджень та звисати гілки дерев, вивіски та інші предмети нижче від 2,10м.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Техніко-економічне порівняння варіантів дорожнього одягу

Дорожні одяги не залежно від типу необхідно розраховувати з урахуванням складу транспортного потоку, перспективної інтенсивності руху до кінця строку служби одягу, ґрунтових, гідрогеологічних і природно-кліматичних умов.

Дорожній одяг нежорсткого типу (асфальтобетон) конструюють з урахуванням надійності конструкції дорожнього одягу.

Конструювання та розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу виконаний згідно з ВБН В.2.3-218-186 [19].

Згідно [19] визначення ефективності різних варіантів конструкцій дорожніх одягів здійснюється шляхом порівняння трудових та матеріально-технічних витрат, які мають місце протягом всього порівняльного строку.

Варіанти конструкцій дорожніх одягів розрізняють між собою за типами конструкцій, так і за методами організації їх експлуатаційного утримання протягом строку.

Оцінку ефективності влаштування і експлуатації конструкцій дорожніх одягів виконано в розрахунку на 1 пог. м з параметрами і умовами функціонування автомобільної дороги визначеної категорії.

В якості критерію оцінки порівняльної ефективності влаштування і експлуатації дорожніх одягів різних типів використане мінімальне значення показника інтегральних витрат, який включає:

- вартість нового будівництва дорожнього одягу;
- витрати на капітальний та поточні ремонти дорожнього одягу;
- витрати на експлуатаційне утримання дорожнього одягу.

3.2 Технічні показники проекрованої автомобільної дороги

При розробці дороги встановлені технічні показники (таблиці 4.1).

Таблиця 4.1 – Технічні показники

Показники	Одиниця виміру	Кількість
Вид будівництва	Капітальний ремонт	
Категорія дороги	IV	
Довжина	км	24,09464
Кількість смуг руху	шт	2
Ширина проїзної частини	м	6,0
Ширина укріпленого узбіччя	м	2x0,5
Ширина узбіччя	м	2x1,5
Ширина земляного полотна	м	10
Розрахункова швидкість руху	км/год	90
Тип дорожнього одягу		капітальний
Матеріал покриття проїзної частини		асфальтобетон
Поперечний ухил проїзної частини	‰	25
Поперечний ухил узбіччя	‰	50
Максимальний поздовжній ухил	‰	70
Мінімальний поздовжній похил	‰	0
Мінімальний радіус кривих в плані	м	150
Максимальний радіус кривих в плані	м	30000
Мінімальний радіус випуклої кривої	м	9000
Мінімальний радіус увігнутої кривої	м	2100

3.3 Види інвесторської кошторисної документації і порядок їх складання

Для визначення кошторисної вартості будівництва, проектованих підприємств, будівель, споруд або їх черг складається інвесторська кошторисна документація наступних видів:

– Локальні кошториси є первинними кошторисними документами і складаються на окремі види робіт і витрат по будівлям і спорудам або по загальний майданчиковим роботам на підставі об'ємів, які визначилися при розробці робочої документації (робочих креслень).

– Локальні кошторисні розрахунки складаються також на окремі види робіт і витрат по будівлях і спорудах або по загальний майданчикових роботах замість

локальних кошторисів в тих випадках, коли об'єми робіт і розміри витрат остаточно не визначилися і підлягають уточненню.

– Об'єктні кошториси об'єднують в своєму складі на об'єкт цілому дані з локальних кошторисів.

– Об'єктні кошторисні розрахунки об'єднують в своєму складі на об'єкт в цілому дані з локальних кошторисних розрахунків і локальних кошторисів і підлягають уточненню.

– Кошторисні розрахунки на окремі види витрат складаються в тих випадках, коли необхідно визначити, як правило, в цілому по будівництву кошти, необхідні для відшкодування витрат, не врахованих кошторисними нормативами (наприклад: компенсації у зв'язку з вилученням земель під забудову; витрати, зв'язані із застосуванням пільг і доплат, встановлених урядовими рішеннями, отриманням архітектурно-планувальних завдань, технічних умов, експертних висновків і т.п.).

– Зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва підприємств, будівель, споруд (або їх черг) складаються на основі об'єктних кошторисів, об'єктних кошторисних розрахунків і кошторисних розрахунків на окремі види витрат.

– Зведення витрат - це кошторисний документ, об'єднуючий зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва. Зведення витрат складається у випадках, коли одночасно з будівництвом виробничих об'єктів передбачається будівництво об'єктів житлово-цивільного призначення або бази будівельної індустрії, профтехучилищ, профілакторіїв, об'єктів підсобного сільського господарства і побутового обслуговування населення, міського наземного пасажирського транспорту, дорог, шляхопроводів і подібних інженерних споруд, а також об'єктів, будівництво яких здійснюється за рахунок засобів на виробниче будівництво.

– Відомість кошторисної вартості будівництва об'єктів, що входять в пусковий комплекс, складається у тому випадку, коли здійснення будівництва і

введення в експлуатацію підприємства, будівлі або споруди передбачається окремими пусковими комплексами.

– Відомість кошторисної вартості будівництва об'єктів і робіт з охорони довкілля складається у тому випадку, коли при будівництві підприємства, будівлі або споруди передбачається здійснення заходів щодо охорони навколишнього середовища. При цьому у відомості, як правило, зберігається нумерація об'єктів робіт, прийнята в зведеному кошторисному розрахунку. У відомість включається тільки вартість об'єктів і робіт, які безпосередньо стосуються природоохоронних заходів.

– Розрахунок вартості будівництва на повний розвиток входить до складу проекту на будівництво першої черги і містить в собі дані із зведеного кошторисного розрахунку вартості будівництва першої черги і розрахунків вартості будівництва подальших черг.

– Розрахунок вартості будівництва на подальшу чергу складається на підставі даних з об'єктних розрахунків вартості.

– Об'єктний розрахунок вартості складається на кожний з об'єктів, який намічається до будівництва у складі подальших черг.

До інвесторської кошторисної документації у складі затвердженого проекту (робочого проекту) додається пояснювальна записка, в якій повинні бути приведені:

- посилання на територіальний район, де розташовано будівництво;
- відомості про те, з якого року введені норми, і про ціни, в яких складена інвесторська кошторисна документація;
- обґрунтування для складання розрахунків інших витрат;
- розміри кошторисного прибутку;
- посилання на документи, відповідно до яких розробляється інвесторська кошторисна документація;
- розрахунок розподілу коштів по напрямках капітальний вкладень (для житлово-цивільного будівництва).

Склад інвесторської кошторисної документації

Склад інвесторської кошторисної документації визначається залежно від стадійності проектно-кошторисної документації, що розробляється, і технічної складності об'єкту.

Зазвичай, у складі проекту розробляються:

- зведення витрат (при необхідності);
- зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва (розрахунок вартості будівництва);
- об'єктні і локальні кошторисні розрахунки;
- кошторисні розрахунки на окремі види витрат;
- кошториси на проектні і дослідницькі роботи.

3.4 Порядок складання локальних кошторисів і відомостей ресурсів до них.

Локальні кошториси та відомості ресурсів до локальних кошторисів складаються в поточному рівні цін на трудові і матеріально-технічні ресурси по встановлених формах.

При складанні локальних кошторисів застосовуються:

- ресурсні елементні кошторисні норми України;
- вказівки по застосуванню ресурсних елементних кошторисних норм;
- ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин і механізмів;
- поточні ціни на матеріали, вироби і конструкції;
- поточні ціни машино-години;
- поточна вартість людино-години відповідного розряду робіт;
- поточні ціни на перевезення вантажів для будівництва;
- Правила визначення загальновиробничих і адміністративних витрат.

Відомості ресурсів до локальних кошторисів містять дані, визначені на обсяг робіт, передбачений кошторисом, про трудомісткість і середній розряд робіт, нормативну потребу в матеріально-технічних ресурсах у фізичних одиницях вимірювання, а також вартість одиниці вимірювання трудових і матеріально-

технічних ресурсів, прийняту в кошторисі.

Порядок складання об'єктних кошторисів

Об'єктні кошториси складаються в поточному рівні цін на об'єкти в цілому шляхом підсумовування даних локальних кошторисів, з угрупованням робіт і витрат по відповідних графах кошторисної вартості «будівельних робіт», «монтажних робіт», «устаткування і інвентаря», «інших витрат».

У об'єктних кошторисах за даними локальних кошторисів показуються кошторисна трудомісткість і кошторисна заробітна плата.

Якщо вартість об'єкту може бути визначена по одному локальному кошторису, то об'єктний кошторис не складається. В цьому випадку роль об'єктного кошторису виконує локальний кошторис.

Порядок складання локальних і об'єктних кошторисних розрахунків

Локальні і об'єктні кошторисні розрахунки розробляються замість локальних і об'єктних кошторисів в тих випадках, коли:

а) об'єми робіт і розміри витрат ще остаточно не визначилися і підлягають уточненню при розробці Робочої документації (робочих креслень);

б) об'єми робіт, характер і методи їх виконання не можуть бути точно визначені при проектуванні і уточнюються в процесі будівництва (окремі види робіт і конструктивні елементи підводної частини гідротехнічних споруд, будівель і споруд експериментального будівництва, будівель, що реконструюються, і споруд, технологічної частини об'єктів з новим виглядом виробництва, днопоглиблювальні і гірничопрохідницькі роботи і т.п.).

При цьому на підставі уточнених в процесі будівництва обсягів робіт складається об'єктний (локальний) виконавчий кошторис.

Порядок складання зведених кошторисних розрахунків на окремі види витрат та об'єкт будівництва в цілому

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва автомобільної дороги, підприємств, будівель, споруд або їх черг - це кошторисний документ, що визначає повну кошторисну вартість будівництва всіх об'єктів, передбачених

Проектом або Робочим проектом, включаючи кошторисну вартість будівельних і монтажних робіт, витрати на придбання устаткування, меблів і інвентаря, а також всі супутні витрати.

Кошторисна вартість об'єкту включає всі суспільно-необхідні витрати на створення цього об'єкту, зокрема витрати на виконання будівельно-монтажних робіт (БМР), придбання і монтаж устаткування, проектно-дослідницькі роботи, загальновиробничі витрати, а також окрім цього кошторисний прибуток.

У зведених кошторисних розрахунках вартості виробничого і невиробничого будівництва засоби розподіляються по наступних розділах:

Розділ 1. Підготовка території будівництва

Розділ 2. Основні об'єкти будівництва

Розділ 3. Об'єкти підсобного і обслуговуючого призначення

Розділ 4. Об'єкти енергетичного господарства

Розділ 5. Об'єкти транспортного господарства і зв'язку

Розділ 6. Зовнішні мережі і споруди водопостачання, каналізації, тепlopостачання і газопостачання

Розділ 7. Впорядкування і озеленення території

Розділ 8. Тимчасові будівлі і споруди

Розділ 9. Інші роботи і витрати

Розділ 10. Утримання служби замовника і авторський нагляд

Розділ 11. Підготовка експлуатаційних кадрів

Розділ 12. Проектні і дослідницькі роботи

Крім того, після підсумку розділів 1-12 враховуються:

- кошторисний прибуток;
- кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій;
- кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва;
- кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами;

– податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені чинним законодавством і не враховані складовими вартості будівництва (комунальний податок, податок на додану вартість).

3.5 Визначення економічних показників варіантів дорожнього одягу проекрованої дороги

Економічні дослідження відіграють дуже важливу роль в проектуванні доріг, так як на їх основі встановлюється необхідність будівництва нових або проведення ремонтів існуючої мережі, а також основний напрям кожної проекрованої лінії і розміри перевезень по ній.

Економічні дослідження поділяються на проблемні і титульні (лінійні).

В процесі проблемних досліджень виявляються і зіставляються різні варіанти вирішення питання про посилення транспортних зв'язків: вивчаються і зіставляються варіанти побудови нових доріг, посилення пропускної здатності існуючих, побудови або підсилення залізниць, водних шляхів сполучення або трубопроводів.

Титульні економічні дослідження проводяться по наміченій вже до будівництва конкретної лінії і мають на меті встановити:

- 1) значення проекрованої лінії і ефективність її побудови;
- 2) позитивне з точки зору задоволення транспортних потреб району, через які бажано провести лінію;
- 3) розміри і склад перевезень.

Встановлення розрахункових розмірів запроектованої дороги є одним з основних питань, що вирішуються економічними дослідженнями.

Для встановлення економічної доцільності та необхідності будівництва нової автомобільної дороги перед розробленням її проекту складається техніко-економічне обґрунтування (ТЕО), яке містить характеристику існуючих шляхів сполучення району, розрахунки будівельної вартості, експлуатаційні показники різних варіантів. На їх основі вибирають та обґрунтовують найбільш раціональний напрямок лінії і пунктів примикання.

Економічні вишукування включають в себе:

- визначення ролі та значення запроєктованої ділянки дороги;
- визначення розрахункових розмірів перевезень;
- встановлення техніко-економічних показників.

Технічні вишукування включають в себе:

- вибір найбільш вдалого розташування траси проекрованої траси на місцевості;
- збір технічних даних для проектування об'єктів запроєктованої автомобільної дороги.

З показників, що характеризують проектну трасу, для порівняння варіантів в даній роботі використовувалися наступні:

- довжина L , км – важливий показник, який при зіставленні з геодезичною лінією (розрахованої при виборі напрямку), визначає коефіцієнт розвитку лінії $\alpha=L/L_0$;

При порівнянні варіантів проектних рішень в якості критеріїв оцінки використовувалися вартісні (грошові) і натуральні показники. До вартісних належать капітальні витрати (K) (будівельна вартість).

Зважаючи на військовий стан в Україні, ціни на будівництво автомобільних доріг встановити в нових реаліях не є можливим, тому прийнято середні ціни за грудень 2021 р.

Розрахунки K проводилися за такою формулою:

$$K = L \cdot C \quad (4.1)$$

де L – довжина капітального ремонту автомобільної дороги;

C – вартість улаштування 1 п.м автомобільної дороги.

Орієнтовна вартість будівництва автомобільної дороги IV технічної категорії з асфальтобетонним покриттям по варіантам складає:

- $C_1=17433,80$ грн/п.м.
- $C_2=18634,99$ грн/п.м.

– $C_3=15797,06$ грн/п.м.

Згідно цього, вартість будівництва складатиме:

– при варіанті 1 дорожнього одягу – $K_I=420,06$ млн. грн.

– при варіанті 2 дорожнього одягу – $K_{II}=449,01$ млн. грн.

– при варіанті 3 дорожнього одягу – $K_{III}=380,62$ млн. грн.

Найкращим варіантом дорожнього одягу за економічним розрахунком є третій варіант. При аналізі запасу міцності всі три варіанти відповідають нормативним значенням.

3.6 Висновок до розділу

При техніко-економічному порівнянні проектних рішень встановлено, що варіант 3 дорожнього одягу є найдешевшим варіантом та задовольняє нормативним значенням запасу міцності.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Види робіт

Роботи з ремонту та утримання автомобільних доріг і дорожніх споруд розподіляються на капітальний, середній ремонт, а також поточний ремонт, утримання.

4.1.1 Капітальний ремонт

Завданням капітального ремонту є відновлення, а також підвищення транспортно-експлуатаційних якостей доріг і споруд, приведення їх геометричних параметрів, міцнісних та інших технічних характеристик згідно з вимогами діючих правил, норм і стандартів відповідно до категорії дороги, а також з урахуванням дорожніх умов і інтенсивності руху.

Капітальний ремонт проводиться комплексно по всіх елементах і спорудах дороги на ділянці, що ремонтується, і виконується у відповідності з проектно-кошторисною документацією, розробленою у встановленому порядку.

По земляному полотну та водовідводу:

- виправлення земляного полотна відповідно до категорії і значимості дороги, що ремонтується;
- ліквідування ділянок, що виникли внаслідок руйнувань, та інші роботи, що забезпечать стійкість земляного полотна;
- відбудова, перебудова діючих, улаштування нових споруд із водовідводу, осушування, берегозахисту та протиерозійних споруд, "зливної" каналізації;
- улаштування земляного полотна та водовідводу на майданчиках для зупинки та стоянки автотранспорту, тротуарах, пішохідних, велосипедних доріжках, на в'їздах, під'їздах, розв'язках, при перехрещеннях автомобільних доріг;
- рекультивация ґрунту дорожніх резервів після закінчення виконання робіт.

По дорожньому одягу:

- підсилення і розширення дорожнього одягу межах норм відповідно до категорії, що встановлена для дороги, яка ремонтується;

- відновлення зношених верхніх шарів покриттів чи улаштування нового покриття поверх старого дорожнього одягу;

- заміна всіх шарів покриття (із збереженням чи підсиленням основи);

- повна заміна всього дорожнього одягу.

По штучних спорудах:

- повна чи часткова перебудова або будівництво нових водоперепускних труб, а також мостів і шляхопроводів довжиною до 60 м;

- підсилення та розширення мостів і шляхопроводів;

- заміна, відбудова прогонів, опор;

- відновлення та улаштування підпірних стін, галерей, захисних укріплень і регуляційних споруд;

- відновлення, влаштування тунелів.

По дорожніх пристроях, обстановці, упорядкуванню та безпеці руху:

- архітектурне оформлення і благоустрій доріг чи окремих ділянок;

- влаштування постів патрульної поліції;

- влаштування та обладнання пунктів механізованого обліку руху, водомірних постів та інших пристроїв, що необхідні для вивчення стану доріг чи їх окремих елементів.

4.2 Машини та механізми, які застосовуються при капітальному ремонті

При капітальному ремонті доріг заохочуються різні технічні машини.

Екскаватори:

- Колісні екскаватори-модельний ряд колісних екскаваторів представлений як компактними і маневреними машинами, так і потужними екскаваторами масою 20 т.

- Гусеничні екскаватори – потужні та надійні екскаватори з великим діапазоном навісного обладнання, для роботи на самих слабких ґрунтах;

- Планувальні екскаватори – техніка з широким вибором шасі, високою мобільністю та продуктивністю, яка дуже швидко виконує роботу на будь якій місцевості;

– Екскаватори-навантажувачі – техніка з відмінною гідравлікою, пружною трансмісією, високою прохідністю та легкістю в експлуатації. Має великий список навісного обладнання для різних видів робіт.

– Міні навантажувачі з бортовим поворотом-універсальні машини, які можуть працювати з вражаюче широким діапазоном навісного обладнання, щоб забезпечити видатну працездатність у багатьох сферах.

– Грейдери – важка машина з різним вибором відвалів для планування землі.

– Котки: котки ґрунтові; котки комбіновані; котки тандемні; котки тратуарні; котки пневмоколісні; котки прицепні та ручні.

– Перевантажувачі.

– Дорожня фреза.

– Скрепери.

– Бульдозери.

4.3 Небезпечні та шкідливі фактори при капітальному ремонті автомобільної дороги

Всі вищезазначені машини є джерелами шкідливих факторів, під вплив яких потрапляють водії при виконанні своїх функціональних обов'язків. Так, основними забруднюючими речовинами при експлуатації вказаних машин є вихлопні гази; нафтопродукти при їх випаровуванні; пил; продукти стирання шин, гальмівних колодок і дисків зчеплення, асфальтових (і бетонних) покриттів. Крім того, вони є основними джерелами акустичного впливу (джерела шуму – двигун, система вихлопу, виконавчі органи, органи руху) та вібрації.

Майже всі перераховані машини мають кабіни для водія, які не обладнані системами вентиляції та кондиціонування, і шкідливі речовини, що утворюються від матеріалів при будівництві доріг, також надходять в кабіну.

Таким чином, водії дорожніх машин на своєму робочому місці постійно піддаються впливу шкідливих парів і газів, підвищеної запиленості повітря робочої зони, підвищених рівнів шуму і загальної вібрації, а також температурних коливань.

Дорожній робітник виконує роботи з будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг і штучних споруд на них з використанням ручного і механізованого інструменту. Це відбійні молотки, переносні грохоти, совкові лопати та ін.

Шкідливими факторами на робочому місці, яке розташовано безпосередньо в місцях проведення ремонтно-будівельних робіт, є запиленість і загазованість повітря робочої зони дорожнім пилом, аерозолями матеріалів для будівництва та ремонту, а також вихлопними газами працюючого транспорту; шум від роботи будівельно-дорожніх машин; локальна вібрація та шум від ручного пневмоінструменту; фізичне динамічне і статичне навантаження; підймання і переміщення вантажів вручну; незручна робоча поза; робота на відкритому повітрі.

Основні професійні, професійно-обумовлені захворювання і хворобливі стани працюючих – це хронічні обструктивні захворювання легенів (пиловий бронхіт), пневмоконіоз, нейросенсорна приглухуватість, вібраційна хвороба, радикулопатії, остеохондроз хребта, невралгії та невропатії.

Основні шляхи зниження шкідливого впливу на організм водіїв дорожніх машин:

- розробка (реконструкція) альтернативного транспорту (дорожніх машин, що працюють на електротязі);
- створення (модифікація) електросилової установки, яку можливо буде адаптувати для будь-якого виду дорожньої машини;
- створення гібридних дорожніх машин, що працюють в режимах електромашини, гібридної машини і звичайної машини;
- обладнання кабін дорожніх машин системами газоочищення, вентиляції та кондиціонування повітря для підтримки необхідної температури та очищення зовнішнього повітря від пилу, шкідливих газів і аерозолів;
- захист від впливу шуму (конструювання машин з менш гучними механічними вузлами; застосування шумопоглинаючих і шумоізолюючих

пристроїв; покращення мастила; застосування підшипників ковзання та безшумних матеріалів; зменшення шуму машин в джерелі його утворення);

– захист від впливу вібрації (віброізоляція; своєчасна підтяжка кріплень, усунення вільного ходу, зазорів, якісне змазування тертьових поверхонь, правильне регулювання робочих органів; влаштування в кабінах водіїв під сидіннями різних еластичних прокладок, подушок, пружин, гумових амортизаторів).

Для працюючих дорожніх робочих важливими заходами попередження впливу пилу і шкідливих речовин є механізація ручної праці і герметизація технологічних процесів. Для попередження впливу локальної вібрації - застосування віробезпечних інструментів; антивібраційних рукавиць, віброгасного взуття, теплих рукавиць в зимовий час; раціональне чергування режимів праці та відпочинку, теплові ванни, самомасаж і обігрів рук під час змінних перерв.

Важливими заходами профілактики є забезпеченість працюючих засобами особистої гігієни, контроль за проходженням медичних оглядів у встановленому порядку.

4.4 Вимоги до безпеки праці під час виконання робіт з капітального ремонту автомобільних доріг

При виконанні будівельно-монтажних і дорожніх робіт необхідно враховувати:

– заходи з охорони праці на підставі вимог розділів закону України «Про охорону праці», ДБН А.3.2-2-2009 [13], НПАОП 63,21-1.01 [14];

– правила з техніки безпеки при роботі з машинами і механізмами;

– заходи з пожежної безпеки у відповідності з вимогами ДБН В.1.1-7 [15] та НАПБ А.01.001 [16];

– вимоги і рекомендації нормативних документів. Організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт, а також огороження місць роботи в темні години доби необхідно забезпечити згідно з ДСТУ 8749:2017 [17].

Будівництво автомобільних доріг повинно проводитися відповідно до вимог ДБН В.2.3-4 [1].

Перед зведенням земляного полотна автомобільної дороги необхідно очистити смуги відведення землі від лісу та чагарників (у разі проходження дороги горами та лісом), пеньків, дрібної порослі та валунів тощо (у разі проходження дороги у степовій місцевості). Смуги відведення землі під будівництво автомобільної дороги повинні очищатися відповідно до ПВР. У разі застосування вибухового методу корчування пнів, а також під час подрібнення великих валунів необхідно дотримуватися вимог безпеки при вибухових роботах. Під час очищення смуги відведення землі та вирубування дерев на відстані 50 м від місця виконання робіт в обох напрямках повинні бути встановлені переносні попереджувальні знаки типу «Прохід і проїзд заборонений! Вирубка лісу».

Усі роботи незалежно від пори року повинні виконуватися з дотриманням вимог Правил охорони праці для працівників лісового господарства та лісової промисловості, затверджених наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 13.07.2005 N 119 (z1084-05), зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 22.09.2005 за N 1084/11364 (НПАОП 02.0-1.04-05). Кантувати хлисти, піднімати та складувати їх потрібно тільки за допомогою важелів і аншпугів. Переносити або перебудовувати комунікації повинні тільки організації, які експлуатують їх. Для очищення смуги відведення під будівництво автомобільної дороги повинні залучатися спеціальні машини такі, як кущорізи, викорчовувачі пнів, розпушувачі ґрунту тощо. Такі роботи необхідно проводити відповідно до вимог НПАОП02.0-1.04-05(z1084-05). Перед початком роботи машиніст кущоріза повинен перевірити кріплення навісного устаткування до трактора, надійність і міцність огорож, які захищають машиніста від навалу зрізаних кущів. Під час роботи кущоріза потрібно дотримуватися таких вимог:

– дерева треба зрізати на рівні 0,03-0,05 м від поверхні землі, не допускаючи понад трьох наїздів на дерево;

– навісне устаткування піднімати та опускати потрібно після зупинки двигуна;

– працювати тільки із справною захисною огорожею;

– щити та бруси огорожі кущоріза не повинні зменшувати видимість машиністові;

– якщо чагарник і дерева потрапили в гусениці та інші частини кущоріза, потрібно негайно зупинити кущоріз і звільнитися від них;

– під час одночасної роботи двох кущорізів кожному з них відводять самостійну ділянку, які знаходяться на відстані не менше ніж 40-50 м одна від другої;

– під час роботи в темний час доби кущоріз повинен бути оснащений приладами освітлення.

Барабани корчувальної машини та лебідки, що встановлені на тракторі, повинні мати справні гальма.

Усі працівники повинні відійти від лебідки на відстань, не меншу довжину каната до пенька, який корчують. Під час роботи розпушувачів із канатно-блоковим управлінням потрібно стежити за станом лебідки на тракторі, не допускаючи перегріву гальм і фрикціонів. Не дозволяється працювати розпушувачу ґрунту без кожуха на барабані лебідки. Під час використання фрез для розпушування ґрунту потрібно дотримуватися таких вимог:

– перед початком роботи фрези ділянку, на якій виконуються роботи, ретельно очистити від каменів, пеньків, коренів тощо;

– опускати навісне устаткування в робоче положення та підіймати його для транспортування дозволяється тільки після зупинки.

Не дозволяється перебувати біля фрези у разі, якщо кожух відкритий. Земляні роботи під час спорудження земляного полотна виконують відповідно до затвердженого ПВР, а також технологічних карт з урахуванням вимог. Перед початком спорудження земляного полотна потрібно забезпечити відведення поверхневих вод відповідно до ПВР. Спорудження земляного полотна дороги у

виїмці виконується з улаштуванням узбіччя з кутом природного укосу ґрунту або з установкою шпунтової огорожі. Під час руху автомобіля-самоскида заднім ходом до місця навантажування та розвантажування ґрунту повинні подаватися короткі звукові сигнали. Під час розвантаження ґрунту з автомобіля-самоскида в насип відстань від осі його заднього колеса до брівки природного укосу насипу повинна бути не менше ніж 2 м, а відстань від брівки до зовнішнього колеса машини, що рухається по насипу, не менше ніж 1 м. Під час розвантаження ґрунту працівники повинні перебувати в зоні видимості водія, але не ближче 5 м до місця відсіпки ґрунту. Укоси повинні бути забезпечені дерев'яними трапами з поручнями.

Не дозволяється виконувати укріплювальні роботи на вологій або мерзлій поверхні укосу. Укріплювальні роботи на укосах з ухилом понад 45 град. здійснюються під наглядом уповноваженої особи, а працівники повинні забезпечуватися запобіжними поясами. Під час планування укосів, які виконуються екскаватором-планувальником, працівникам не дозволяється перебувати в зоні дії машини, нижче по укосі біля підшви по фронту робіт плюс 15 м по обидва боки. Під час виконання робіт на насипах і виїмках установлюють постійний нагляд за станом укосів і у разі підмиву, деформації чи зсуву негайно вживають заходів з виведення працівників із небезпечної зони та ліквідації деформації укосу. Вимощувати укоси плитами, які не анкетуються, або вкладати камінь у плетені клітки дозволяється тільки знизу нагору, тобто від підшви укосу та після влаштування упору (берми). Під час зміцнення укосів земляного полотна посівом трав за допомогою гідромонітору не дозволяється стороннім особам перебувати в зоні дії гідромонітору.

4.5 Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт

Проектом організації будівництва повинен бути передбачений двосмуговий або односмуговий об'їзд ділянки дороги, що ремонтується або реконструюється. Огородження місць проведення робіт і розміщення дорожніх знаків повинно відповідати вимогам ДСТУ 4100 [9].

Перед початком виконання робіт працівники та машиністи дорожніх машин повинні ознайомитися із сигналізацією, що застосовується або подається жестами та прапорцями, а також з порядком руху та маневрування дорожніх машин і транспортних засобів, місцями розвороту, в'їздами, місцями складування матеріалів і схову інвентарю.

Під час виконання дорожніх робіт у межах смуги дороги, по якій не припиняється рух, працівники зобов'язані одягати жилети яскраво-помаранчевого кольору.

Під час ремонту мостів (шляхопроводів) працівники повинні носити каски. Не дозволяється перебувати під мостом або шляхопроводом без касок. Дорожні машини та устаткування після закінчення денної зміни повинні бути встановлені на майданчик відстою за межами земляного полотна. Машини бетоноукладального комплексу, асфальтоукладачі та інші нетранспортабельні машини, що залишаються на ніч на проїзній частині, повинні бути огорожені з обох боків інвентарним бар'єрним огороженням з сигнальними ліхтарями, які вмикають із настанням недостатньої видимості. Бар'єри повинні влаштовуватися перед машинами на відстані не менше ніж 10 м. У разі необхідності маневру дорожніх машин на проїзній частині під час ремонту дороги потрібно виставляти регулювальників руху за межами робочої зони або на узбіччі із червоними прапорцями та гучномовним зв'язком (мегафоном).

Швидкість руху дорожніх машин і механічних засобів у робочій зоні не повинна перевищувати 5 км/год.

4.6 Вимоги безпеки під час ремонту дорожнього покриття

Під час ремонту покриття із застосуванням пересувної авторемонтної машини потрібно дотримуватися таких вимог:

- після навантаження асфальтобетонної суміші завантажувальний люк бункера має бути зачинений;
- пересувна електростанція повинна бути встановлена так, щоб не перешкоджала пересуванню працівників.

Електростанція повинна заземлюватися відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.21-98 [18].

Під час застосування авторемонтних машин, що обладнані пневматичним інструментом, котлами для підігрівання бітуму та мішалками для виготовлення асфальтобетонної суміші, необхідно стежити щоб біля розвантажувального отвору мішалки не було працівників.

Під час використання відбійного молотка потрібно:

- стежити за тим, щоб буртик піки завжди був притиснутий до букси;
- не заглиблювати піку в дорожнє покриття до упору кінцевої пружини;
- для відокремлення пікою вирубаних шматків дорожнього покриття вимкнути відбійний молоток.

Під час вирубання дорожніх покриттів із застосуванням кувалд, зубил, клинів і сокир інтервал між працівниками повинен бути не менше ніж 4 м, або між працівниками повинні бути встановлені захисні екрани.

Під час застосування пересувних бітумних котлів потрібно дотримуватися таких вимог:

- котел потрібно установити на узбіччі на відстані не менше ніж 50 м від місця проведення робіт з підвітряної сторони;
- завантажувати котел потрібно поступово та не вкидати шматки бітуму в підігріту масу;
- не дозволяється завантажувати котел понад 3/4 його місткості;
- бітум спінюється і переливається через край бітумного котла, то потрібно загасити пальник або залити топку водою (у разі розігріву твердим паливом);
- якщо бітум у котлі спалахнув, потрібно щільно закрити кришку.

Під час дрібного ямкового ремонту потрібно набирати бітум із котла черпаками з держакон довжиною не менше ніж 1 м, наповнюючи ківш на 3/4 його місткості. Місткість ручних поливальниць не повинна перевищувати 10-12 л. Не дозволяється проводити роботи гарячим в'яжучим з відкритих посудин або з посудин, які не щільно закриваються. Переносити

асфальтобетонну суміш лопатами вручну дозволяється на відстань, що не перевищує 8 м.

Для перенесення асфальтобетонної суміші на більшу відстань необхідно користуватися носилками з бортами з трьох боків або легкими тачками з перекиданням наперед.

Під час ремонту дорожнього покриття із застосуванням інфрачервоного випромінювання потрібно виконувати такі вимоги:

- на місці роботи розігріву повинен бути пінний вогнегасник типу ПВ-5 і запас піску;

- запалювати форсунку дозволяється тільки факелом, просоченим гасом, з довжиною ручки не менше 0,6 м;

- під час розпалювання пальників не дозволяється перебувати працівникам та стороннім особам перед зонтом розігрівача з того боку, де є вихід полум'я;

- перед опусканням робочого органу розігрівача на місце розігріву асфальту та під час його роботи дорожні працівники повинні перебувати на відстані не менше ніж 5 м від нього;

- стежити щоб тиск у паливному баку не перевищував 0,2 МПа;

- не дозволяється експлуатувати розігрівач із паливною арматурою, що підтікає.

Під час використання розігрівачів на газу з пальниками кругового типу потрібно дотримуватися таких вимог:

- після відкриття вентилів на балонах і газовитратній колонці потрібно стежити за манометрами та переконатися в наявності середнього (0,16 МПа) та нижнього (0,002-0,0035 МПа) тиску;

- працівник повинен перебувати з підвітряного боку під час запалення пальника та випромінювача;

- не дозволяються проскакування та вібрації полум'я в пальниках під час розігріву випромінювачів;

– під час виявлення несправностей (витік газу, нерівномірність роботи пальників тощо) потрібно припинити подачу газу до пальників і перекрити вентиль.

Під час експлуатації розігрівачів не дозволяється:

- залишати без нагляду пальники, що працюють;
- працювати під час просочування полум'я на форсунку;
- тримати поблизу розігрівача легкозаймисті матеріали;
- ліквідувати несправності та проводити регулювання під час роботи розігрівача.

У разі виникнення пожежі на розігрівачі потрібно негайно перекрити магістральний і балонний вентиля.

4.7 Охорона навколишнього середовища.

Проектована ділянка розташована в Вовчанському районі Харківської області по дорозі державного значення О-210823 Старий Салтів – Приколотне на ділянці км 0+000 – км 24+203,59.

Покращення стану покриття проїзної частини сприятиме зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферу, зменшенню шуму та покращенню екологічної обстановки в цілому.

Поздовжні та поперечні похили проїзної частини забезпечують нормальне водовідведення з дороги. Все це перешкоджає появі водної та повітряної ерозії ґрунту, попаданню в ґрунт і ґрунтову воду шкідливих речовин.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Постійне зростання автомобільного парку країни, зростання рухливості міського населення до збільшення рівня завантаження міських доріг, а так само до прискореного зносу дорожніх покриттів ведуть до руйнування доріг набагато швидше, ніж розраховувалось раніше. Оскільки більшість доріг було запроектовано у 20 столітті та на менші навантаження, зараз більшість доріг потребує капітального ремонту або реконструкції. Зараз автомобільні дороги не експлуатуються згідно чинних норм і більшість доріг не ремонтується за строком експлуатації через низький рівень фінансування.

Автомобільні дороги є важливою складовою транспортної системи держави. Стан їх розвитку значною мірою впливає на соціально-економічний розвиток держави. Вони потребують постійного нагляду та ремонту з метою підтримання їх у належному стані, забезпечення безпечних і комфортних умов руху.

При техніко-економічному порівнянні проектних рішень встановлено, що варіант 3 дорожнього одягу є найдешевшим варіантом та задовольняє нормативним значенням запасу міцності. Це означає, що пошук комбінацій матеріалів дозволяє знайти найбільш економічний варіант та забезпечити надійність дорожнього одягу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобільні дороги Частина I. Проектування, Частина II Будівництво [Текст]: ДБН В.2.3-4:2015 / затв. Мінрегіон України 21.09.2015 р. № 234 / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 2015. – 104 с.
2. Автомобільні дороги Частина I. Проектування, Частина II Будівництво. Зміна №1 [Текст]: ДБН В.2.3-4:2015. Зміна №1 / затв. наказ Мінрегіону від 26.03.2019 р. № 84 / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 2019. – 28 с.
3. Автомобільні дороги Частина I. Проектування, Частина II Будівництво [Текст]: ДБН В.2.3-4:2015 / наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 22.10.2021 № 258 / Міністерства розвитку громад та територій України. – 2021. – 15 с.
4. Вулиці та дороги населених пунктів [Текст]: ДБН В.2.3-5:2018 / затв. Мінрегіон, наказ від 24.04.2018 № 103 / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 2018. – 58 с.
5. Закон України від 08.08.2005 №2862 про «Автомобільні дороги» [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2862-15#Text>
6. Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення [Текст]: ДБН В.1.1-46:2017 / затв. наказ. ДП НДІБК від 25.04.2017 № 96 / ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» - 2017. – 41 с.
7. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення [Текст]: ДБН В.1.1-25-2009 / затв. наказ. УДНДІ «УкрВОДГЕО» від 02.12.2009 № 550 / Український державний науково-дослідний інститут проблем водопостачання, водовідведення та охорони

навколишнього природного середовища «УкрВОДГЕО» Мінжитлокомунгоспу України – 2009. – 43 с.

8. Інженерні вишукування для будівництва [Текст]: ДБН А.2.1-1:2014 / затв. наказом «УкрНДПНТБ» від 05.02.2008 р. № 56 / Український державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань – 2008. – 86 с.

9. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування [Текст]: ДСТУ 4100:2021 / затв. наказом Технічним комітетом стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди» від 26.05.2021 № 191 / Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди» - 2021. – 144 с.

10. Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови. [Текст]: ДСТУ Б В.2.3-12-2004 / затв. наказом Українського державного виробничо-технологічного підприємства «Укрдортехнологія» від 15.08.2011 № 89 / Українське державне виробничо-технологічне підприємство «Укрдортехнологія» - 2004. – 35 с.

11. Захист будівельних конструкцій від корозії [Текст]: СНиП 2.03.11-85 / затв. наказом НДІЗБ від 30.08.1985 № 137 / Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут бетону та залізобетону – 1985. – 117 с.

12. Єдина система захисту від корозії і старіння. Покриття цинкові гарячі. Загальні вимоги та методи контролю (ИСО 1461-89, СТ СЭВ 4663-84) [Текст]: ГОСТ 9.307-89 / затв. наказом Держбуд СРСР від 30.05.1989 № 1379 / Держбуд СРСР – 1989. – 35 с.

13. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [Текст]: ДБН А.3.2-2-2009 / накази Мінрегіонбуду України від 27.01.2009 р. №45, від 04.06.2010 р. №202, від 25.05.2011 р. №53 та наказ Мінрегіону від 30.12.2011 р. №417 / Міністерство регіонального розвитку України – 2009. – 117 с.

14. Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг [Текст]: НПАОП 63.21-1.01-09 / затв. наказом Державним комітетом України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 28.12.2009 №216 / Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду – 2009. – 57 с.

15. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Текст]: ДБН В.1.1-7:2016 / затв. наказом УкрНДІЦЗ від 31.10.2016 №287 / Український науково-дослідний інститут цивільного захисту – 2016. – 38 с.

16. Правила пожежної безпеки в Україні [Текст]: НАПБ А.01.001-2014 / затв. наказом МВС від 30.12.2014 №1417 / Міністерство внутрішніх справ – 2014. – 116 с.

17. Безпека дорожнього руху. Огородження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт [Текст]: ДСТУ 8749:2017 / затв. наказом ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди» від 20.12.2017 №434 / Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди» - 2017. – 41 с.

18. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів [Текст]: НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) / затв. наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 №4 / Державний комітет України з нагляду за охороною праці – 1998. -

19. Безуглий А. О., Ілляш С. І., Тимощук О. Ю. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструкцій дорожнього одягу. Дороги і мости. Київ, 2015. Вип. 15. С. 27-34.

ДОДАТКИ

Розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу за методикою ГБН В.2.3-37641918-559(Посилення)

Найменування дороги	Старий Салтів - Приколотне
Особливість розрахунку	Перегін
Ім'я варіанти розрахунку	Варіант 1

1. Кліматичні характеристики

Дорожньо-кліматична зона	3
Підзона	У III Р.9
Схема зволоження робочого шару	2
Кількість розрахункових днів у році, днів	130
Глибина промерзання ґрунту, см	100

2. Дані про дорогу

Загальні дані:	
Категорія дороги	IV
Кількість смуг руху	2
Номер розрахункової смуги	1
Тип конструкції дорожнього одягу	Капітальний
Термін служби покриття, років	14
Коефіцієнт надійності	0.85
Основа:	
Основа конструкції	Замірний модуль
Значення виміряного модуля, МПа	25

3. Склад автомобільного потоку

Склад руху	Невідомий
Коефіцієнт зростання інтенсивності, частки од.	1.100
Розрахункова добова кількість	40

прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби, авт/добу.	
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на кінець останнього року служби, авт/добу.	138.37
Сумарне розрахункове число прикладень на смугу за весь термін служби, авт.	133666
Необхідний модуль пружності, МПа	190.00

Обчислюємо сумарну розрахункову кількість прикладень розрахункового навантаження:

$$E_{пот} = 42.843 * \ln(\sum N_p) - b \Rightarrow \sum N_p = e^{\frac{E_{пот} + b}{42.843}} = e^{\frac{190.00 + 315.68}{42.843}} = 2.718282 = 133666 \text{ авт.}$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на перший рік служби з урахуванням коефіцієнту, що враховує кількість смуг руху:

$$\sum N_p = 0.7 * T_{рдр} * K_n * K_c * N_{1p} \Rightarrow N_{1p} = \frac{\sum N_p}{0.7 * T_{рдр} * K_n * K_c} = \frac{133666}{0.7 * 130 * 1.31 * 27.975} = 40.08 \text{ авт/добу}$$

де усереднений коефіцієнт суми:

$$K_c = \frac{q^{T_{сл}} - 1}{q - 1} = \frac{1.1000^{14} - 1}{1.1000 - 1} = 27.975$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

$$N_t = N_{1p} * q^{T_{сл} - 1} = 40.08 * 1.1000^{14-1} = 138.37 \text{ авт/добу}$$

4. Розрахункове навантаження

Навантаження визначається	по ДБН В.2.3-4
Розрахункове навантаження	Стандартна
Вид розрахункового навантаження	Динамічна
Тип колеса	Двобалоних
Нормативне статичне навантаження на вісь, Q _{розр} /вісь кН	115.00
Тиск в шинах p, МПа	0.80
Діаметр штампа D, м	0.3450

Визначення параметрів розрахункового навантаження:

Розрахунок динамічного навантаження:
 $Q_{розр} = Q_i * K_{дин} = 57.50 * 1.3 = 74.75 \text{ кН}$

Розрахунок діаметра штампу:

$$D = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * Q_{розр}}{\pi * p}} = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * 74.75}{\pi * 0.80}} = 0.3450 \text{ м}$$

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

(Розрахунок виконаний за номограмою ГБН В.2.3-37641918-559)

1) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщана суміш С7 (220)

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{під}}{E_2} = \frac{25.00}{220.00} = 0.11; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{15.0}{34.50} = 0.43; \quad \frac{E_{2заг}}{E_2} = 0.227; \quad E_{2заг} = 0.227 * 220.00 = 49.89 \text{ МПа};$$

2) Розрахунок виконується для шару ЩПС, укріпл. цем. М20

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{під}}{E_3} = \frac{49.89}{400.00} = 0.12; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{21.0}{34.50} = 0.61; \quad \frac{E_{3заг}}{E_3} = 0.291; \quad E_{3заг} = 0.291 * 400.00 = 116.31 \text{ МПа};$$

3) Розрахунок виконується для шару А/б щільний БНД 60/90

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{під}}{E_4} = \frac{116.31}{3200.00} = 0.04; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{10.0}{34.50} = 0.29; \quad \frac{E_{4заг}}{E_4} = 0.069; \quad E_{4заг} = 0.069 * 3200.00 = 222.07 \text{ МПа};$$

4) Розрахунок виконується для шару Асфальтополімербетон щільний БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{під}}{E_5} = \frac{222.07}{5000.00} = 0.04; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{5.0}{34.50} = 0.14; \quad \frac{E_{5заг}}{E_5} = 0.058; \quad E_{5заг} = 0.058 * 5000.00 = 289.98 \text{ МПа};$$

$$K_{мц} = \frac{E_{заг}}{E_{потр}} = \frac{289.98}{190.00} = 1.5262$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{пр}^{тр} = 1.29$

$1.5262 > 1.29$ - умова виконана

Розрахунок конструкції дорожнього одягу на опір монолітних шарів втомного руйнування від розтягу при згині.

1) Розрахунок на згин виконується для шару А/б щільний БНД 60/90

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$E_8 = \frac{E_1 * h_1 + E_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{5500 * 5.0 + 4500 * 10.0}{5.0 + 10.0} = 4833.33 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями:} \quad \frac{E_8}{E_H} = \frac{4833.33}{116.31} = 41.555 \text{ и} \quad \frac{h_8}{D} = \frac{15.00}{34.50} = 0.43$$

За номограмі визначаємо: $\overline{\sigma}_r = 2.562 \text{ МПа}$

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$\sigma_r = \overline{\sigma}_r * p * k_8 = 2.562 * 0.80 * 0.85 = 1.742 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$R_{зг} = R_p * k_m * k_T * k_{кп} = 8.761 * 0.95 * 0.85 * 0.468 = 3.309 \text{ МПа}$$

$$\text{де } R_p = R_{лаб} * (1 - t * V_m) = 9.80 * (1 - 1.06 * 0.10) = 8.761 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантаження у нерозрахунковий період, $K_{кп}$:

$$k_{кп} = k_{пр} * \sum N_p^{(-1/m)} = 4.00 * 133666^{(-1/5.50)} = 0.468$$

$$K_{мц} = \frac{R_{зг}}{\sigma_r} = \frac{3.309}{1.742} = 1.8997$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{мц}^{потр} = 1.27$

$1.8997 > 1.27$ - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}} * 100\% = \frac{1.8997 - 1.27}{1.8997} * 100\% = +33\%$$

Розрахунок за умовою згину монолітних основ (напівжорстких).

1) Розрахунок на згин виконується для шару ЩПС, укріпл. цем. М20

Модуль пружності верхнього шару моделі обчислюють як середньозважений

$$E_{\text{в}} = \frac{E_1 * h_1 + E_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{5500 * 5.0 + 4500 * 10.0}{5.0 + 10.0} = 4833.33 \text{ МПа}$$

Визначаємо значення розрахункового монолітного шару:

$$E_2 = 400.00 \text{ МПа}$$

Визначаємо еквівалентний модуль однорідного напівпростору під розрахунковим шаром:

$$E_3 = 49.89 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями: } \frac{E_1}{E_2} = \frac{4833.33}{400.00} = 12.083, \frac{E_2}{E_3} = \frac{400.00}{49.89} = 8.018 \text{ и } \frac{h_{\text{в}}}{D} = \frac{36.00}{34.50} = 1.04$$

$$\text{За номограмі визначаємо: } \overline{\sigma}_r = 0.232 \text{ МПа}$$

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$\sigma_r = \overline{\sigma}_r * p * k_{\text{в}} = 0.232 * 0.80 * 1.0 = 0.186 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$R_{3\text{г}} = R_p = 0.500 \text{ МПа}$$

$$K_{\text{мц}} = \frac{R_{3\text{г}}}{\sigma_r} = \frac{0.500}{0.186} = 2.6907$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{\text{мц}}^{\text{потр}} = 1.27$

$2.6907 > 1.27$ - умова виконана

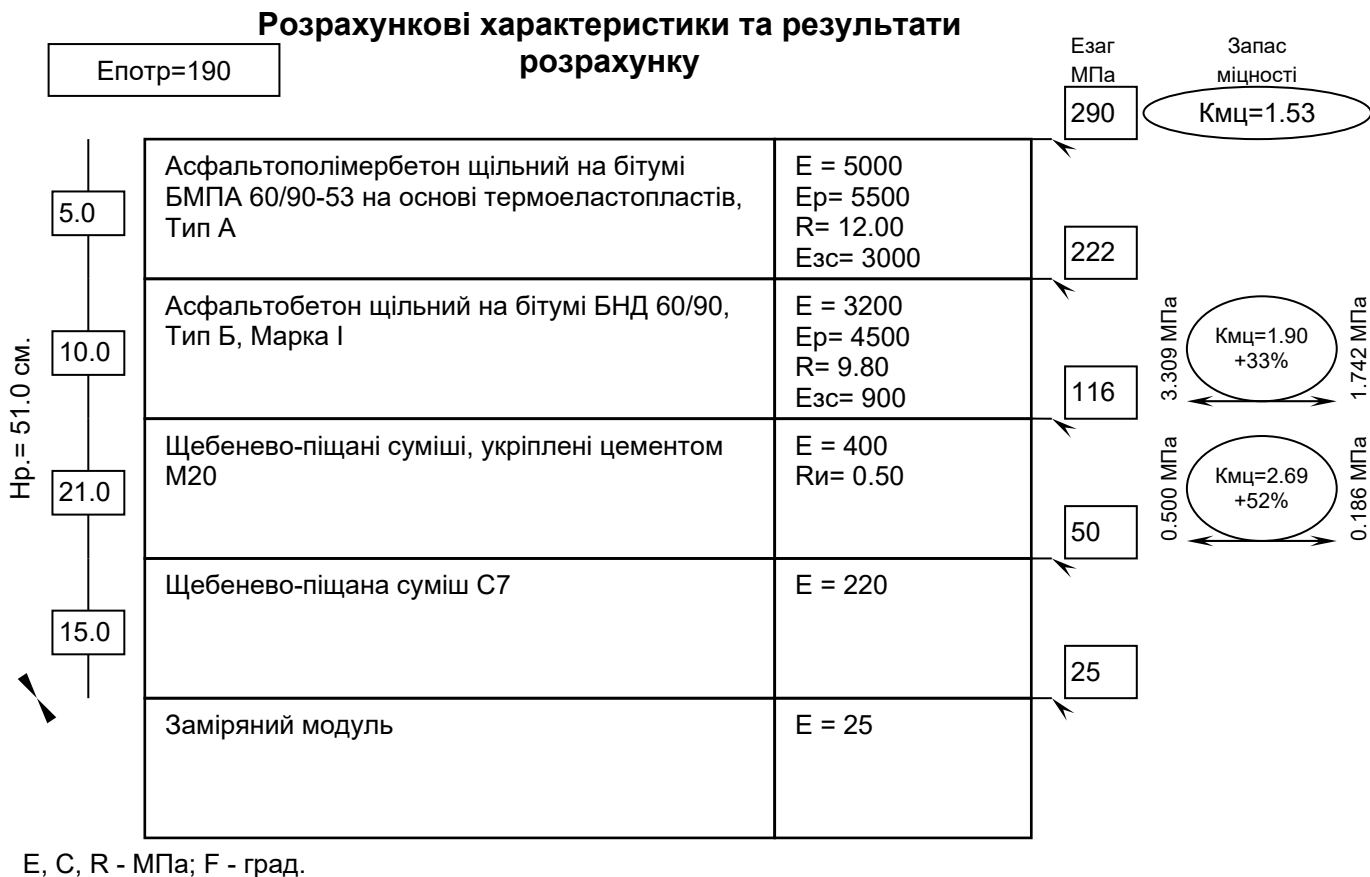
$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}} * 100\% = \frac{2.6907 - 1.27}{2.6907} * 100\% = +52\%$$

Таблиця 3. Характеристики міцності конструкції дорожнього одягу.

№ шару г	Найменування матеріалу шару	Розрахунок товщина шару, см	Загальний модуль пружності по шарам, Езаг, МПа	Показник міцності:			Граничне активне напруження зсуву в шарі, Тгр, МПа	Розрахункове активне напруження зсуву, Т, МПа	Граничне напруження розтягу при згині, Rзг, МПа	Розрахункове напруження розтягу в шарі, Gг, МПа	Розрахункова вологість ґрунту, Wр, частки од.	Вартість, гривні/кв.м
				критерій	розрахункове значення коэф. міцності Кмц	величина, запас (+/-), %						
1	Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів, Тип А	5.0	290	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І	10.0	222	Розтяг	1.90	+33%	-	-	3.309	1.742	-	-
3	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М20	21.0	116	Розтяг	2.69	+52%	-	-	0.500	0.186	-	-
4	Щебенево-піщана суміш С7	15.0	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Замірний модуль	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумарна товщина конструкції:		51.0	Підсумкова вартість конструкції:									-

6. Інформація

* Розрахунок виконаний. Зауважень немає.



Розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу за методикою ГБН В.2.3-37641918-559(Посилення)

Найменування дороги	Старий Салтів - Приколотне
Особливість розрахунку	Перегін
Ім'я варіанти розрахунку	Варіант 2

1. Кліматичні характеристики

Дорожньо-кліматична зона	3
Підзона	У III Р.9
Схема зволоження робочого шару	2
Кількість розрахункових днів у році, днів	130
Глибина промерзання ґрунту, см	100

2. Дані про дорогу

Загальні дані:	
Категорія дороги	IV
Кількість смуг руху	2
Номер розрахункової смуги	1
Тип конструкції дорожнього одягу	Капітальний
Термін служби покриття, років	14
Коефіцієнт надійності	0.85
Основа:	
Основа конструкції	Замірний модуль
Значення виміряного модуля, МПа	25

3. Склад автомобільного потоку

Склад руху	Невідомий
Коефіцієнт зростання інтенсивності, частки од.	1.100
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби,	40

авт/добу.	
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на кінець останнього року служби, авт/добу.	138.37
Сумарне розрахункове число прикладень на смугу за весь термін служби, авт.	133666
Необхідний модуль пружності, МПа	190.00

Обчислюємо сумарну розрахункову кількість прикладень розрахункового навантаження:

$$E_{\text{пот}} = 42.843 * \ln(\sum N_p) - b \Rightarrow \sum N_p = e^{\frac{E_{\text{пот}} + b}{42.843}} = 2.718282^{\frac{190.00 + 315.68}{42.843}} = 133666 \text{ авт.}$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на перший рік служби з урахуванням коефіцієнту, що враховує кількість смуг руху:

$$\sum N_p = 0.7 * T_{\text{рдр}} * K_n * K_c * N_{1p} \Rightarrow N_{1p} = \frac{\sum N_p}{0.7 * T_{\text{рдр}} * K_n * K_c} = \frac{133666}{0.7 * 130 * 1.31 * 27.975} = 40.08 \text{ авт/добу}$$

де усереднений коефіцієнт суми:

$$K_c = \frac{q^{T_{\text{сл}}} - 1}{q - 1} = \frac{1.1000^{14} - 1}{1.1000 - 1} = 27.975$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

$$N_t = N_{1p} * q^{T_{\text{сл}} - 1} = 40.08 * 1.1000^{14-1} = 138.37 \text{ авт/добу}$$

4. Розрахункове навантаження

Навантаження визначається	по ДБН В.2.3-4
Розрахункове навантаження	Стандартна
Вид розрахункового навантаження	Динамічна
Тип колеса	Двобалоних
Нормативне статичне навантаження на вісь, Q _{розр} /вісь кН	115.00
Тиск в шинах p, МПа	0.80
Діаметр штампa D, м	0.3450

Визначення параметрів розрахункового навантаження:

Розрахунок динамічного навантаження:

$$Q_{\text{розр}} = Q_j * K_{\text{дин}} = 57.50 * 1.3 = 74.75 \text{ кН}$$

Розрахунок діаметра штампy:

$$D = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * Q_{\text{розр}}}{\pi * p}} = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * 74.75}{\pi * 0.80}} = 0.3450 \text{ м}$$

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

(Розрахунок виконаний за номограмою ГБН В.2.3-37641918-559)

1) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщана суміш С7 (220)

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{під}}{E_2} = \frac{25.00}{220.00} = 0.11; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{15.0}{34.50} = 0.43; \quad \frac{E_{2заг}}{E_2} = 0.227; \quad E_{2заг} = 0.227 * 220.00 = 49.89 \text{ МПа};$$

2) Розрахунок виконується для шару ЩПС, укріпл. цем. М10

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{під}}{E_3} = \frac{49.89}{180.00} = 0.28; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{21.0}{34.50} = 0.61; \quad \frac{E_{3заг}}{E_3} = 0.483; \quad E_{3заг} = 0.483 * 180.00 = 86.96 \text{ МПа};$$

3) Розрахунок виконується для шару А/б щільний БНД 60/90

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{під}}{E_4} = \frac{86.96}{3200.00} = 0.03; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{11.0}{34.50} = 0.32; \quad \frac{E_{4заг}}{E_4} = 0.055; \quad E_{4заг} = 0.055 * 3200.00 = 176.99 \text{ МПа};$$

4) Розрахунок виконується для шару Асфальтополімербетон щільний БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{під}}{E_5} = \frac{176.99}{5000.00} = 0.04; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{6.0}{34.50} = 0.17; \quad \frac{E_{5заг}}{E_5} = 0.049; \quad E_{5заг} = 0.049 * 5000.00 = 245.48 \text{ МПа};$$

$$K_{мц} = \frac{E_{заг}}{E_{потр}} = \frac{245.48}{190.00} = 1.2920$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{пр}^{тр} = 1.29$

$1.2920 > 1.29$ - умова виконана

Розрахунок конструкції дорожнього одягу на опір монолітних шарів втомного руйнування від розтягу при згині.

1) Розрахунок на згин виконується для шару А/б щільний БНД 60/90

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$E_8 = \frac{E_1 * h_1 + E_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{5500 * 6.0 + 4500 * 11.0}{6.0 + 11.0} = 4852.94 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями:} \quad \frac{E_8}{E_H} = \frac{4852.94}{86.96} = 55.807 \text{ и} \quad \frac{h_8}{D} = \frac{17.00}{34.50} = 0.49$$

За номограмою визначаємо: $\overline{\sigma}_r = 2.408 \text{ МПа}$

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$\sigma_r = \overline{\sigma}_r * p * k_8 = 2.408 * 0.80 * 0.85 = 1.637 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$R_{зг} = R_p * k_m * k_T * k_{кп} = 8.761 * 0.95 * 0.85 * 0.468 = 3.309 \text{ МПа}$$

$$\text{де } R_p = R_{лаб} * (1 - t * V_m) = 9.80 * (1 - 1.06 * 0.10) = 8.761 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантажень у нерозрахунковий період, $K_{кп}$:

$$k_{кп} = k_{пр} * \sum N_p^{(-1/m)} = 4.00 * 133666^{(-1/5.50)} = 0.468$$

$$K_{мц} = \frac{R_{зг}}{\sigma_r} = \frac{3.309}{1.637} = 2.0212$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{мц}^{потр} = 1.27$

$2.0212 > 1.27$ - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}} * 100\% = \frac{2.0212 - 1.27}{2.0212} * 100\% = +37\%$$

Таблиця 3. Характеристики міцності конструкції дорожнього одягу.

№ шару г	Найменування матеріалу шару	Розрахунок товщина шару, см	Загальний модуль пружності по шарам, Езаг, МПа	Показник міцності:			Граничне активне напруження зсуву в шарі, Тгр, МПа	Розрахункове активне напруження зсуву, Т, МПа	Граничне напруження розтягу при згині, Rзг, МПа	Розрахункове напруження розтягу в шарі, Gг, МПа	Розрахункова вологість ґрунту, Wр, частки од.	Вартість, гривні/кв.м
				критерій	розрахункове значення коеф. міцності Кмц	величина, запас (+/-), %						
1	Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів, Тип А	6.0	245	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І	11.0	177	Розтяг	2.02	+37%	-	-	3.309	1.637	-	-
3	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М10	21.0	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Щебенево-піщана суміш С7	15.0	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Замірний модуль	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумарна товщина конструкції:		53.0	Підсумкова вартість конструкції:									-

6. Інформація

* Розрахунок виконаний. Зауважень немає.

Розрахункові характеристики та результати розрахунку

Епотр=190			Езаг МПа	Запас міцності Кмц=1.29
6.0	Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів, Тип А	E = 5000 E _p = 5500 R= 12.00 E _{зс} = 3000	177	
11.0	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка I	E = 3200 E _p = 4500 R= 9.80 E _{зс} = 900	87	3.309 МПа Кмц=2.02 +37% 1.637 МПа
21.0	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М10	E = 180 R _и = 0.50	50	
15.0	Щебенево-піщана суміш С7	E = 220	25	
	Замірний модуль	E = 25		

Нр. = 53.0 см.

Е, С, R - МПа; F - град.

Розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу за методикою ГБН В.2.3-37641918-559(Посилення)

Найменування дороги	Старий Салтів - Приколотне
Особливість розрахунку	Перегін
Ім'я варіанти розрахунку	Варіант 3

1. Кліматичні характеристики

Дорожньо-кліматична зона	3
Підзона	У III Р.9
Схема зволоження робочого шару	2
Кількість розрахункових днів у році, днів	130
Глибина промерзання ґрунту, см	100

2. Дані про дорогу

Загальні дані:	
Категорія дороги	IV
Кількість смуг руху	2
Номер розрахункової смуги	1
Тип конструкції дорожнього одягу	Капітальний
Термін служби покриття, років	14
Коефіцієнт надійності	0.85
Основа:	
Основа конструкції	Замірний модуль
Значення виміряного модуля, МПа	25

3. Склад автомобільного потоку

Склад руху	Невідомий
Коефіцієнт зростання інтенсивності, частки од.	1.100
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби,	40

авт/добу.	
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на кінець останнього року служби, авт/добу.	138.37
Сумарне розрахункове число прикладень на смугу за весь термін служби, авт.	133666
Необхідний модуль пружності, МПа	190.00

Обчислюємо сумарну розрахункову кількість прикладень розрахункового навантаження:

$$E_{\text{пот}} = 42.843 * \ln(\sum N_p) - b \Rightarrow \sum N_p = e^{\frac{E_{\text{пот}} + b}{42.843}} = 2.718282^{\frac{190.00 + 315.68}{42.843}} = 133666 \text{ авт.}$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на перший рік служби з урахуванням коефіцієнту, що враховує кількість смуг руху:

$$\sum N_p = 0.7 * T_{\text{рдр}} * K_n * K_c * N_{1p} \Rightarrow N_{1p} = \frac{\sum N_p}{0.7 * T_{\text{рдр}} * K_n * K_c} = \frac{133666}{0.7 * 130 * 1.31 * 27.975} = 40.08 \text{ авт/добу}$$

де усереднений коефіцієнт суми:

$$K_c = \frac{q^{T_{\text{сл}}} - 1}{q - 1} = \frac{1.1000^{14} - 1}{1.1000 - 1} = 27.975$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

$$N_t = N_{1p} * q^{T_{\text{сл}} - 1} = 40.08 * 1.1000^{14-1} = 138.37 \text{ авт/добу}$$

4. Розрахункове навантаження

Навантаження визначається	по ДБН В.2.3-4
Розрахункове навантаження	Стандартна
Вид розрахункового навантаження	Динамічна
Тип колеса	Двобалоних
Нормативне статичне навантаження на вісь, Q _{розр} /вісь кН	115.00
Тиск в шинах p, МПа	0.80
Діаметр штампa D, м	0.3450

Визначення параметрів розрахункового навантаження:

Розрахунок динамічного навантаження:

$$Q_{\text{розр}} = Q_j * K_{\text{дин}} = 57.50 * 1.3 = 74.75 \text{ кН}$$

Розрахунок діаметра штампy:

$$D = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * Q_{\text{розр}}}{\pi * p}} = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * 74.75}{\pi * 0.80}} = 0.3450 \text{ м}$$

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

(Розрахунок виконаний за номограмою ГБН В.2.3-37641918-559)

1) Розрахунок виконується для шару Щебінь М1000–1400, влашт. за спос. закл. з магм. порід (350)

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{\text{під}}}{E_2} = \frac{25.00}{350.00} = 0.07; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{20.0}{34.50} = 0.58; \quad \frac{E_{2\text{заг}}}{E_2} = 0.198; \quad E_{2\text{заг}} = 0.198 * 350.00 = 69.31 \text{ МПа};$$

2) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщана суміш С7 (260)

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{\text{під}}}{E_3} = \frac{69.31}{260.00} = 0.27; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{15.0}{34.50} = 0.43; \quad \frac{E_{3\text{заг}}}{E_3} = 0.410; \quad E_{3\text{заг}} = 0.410 * 260.00 = 106.61 \text{ МПа};$$

3) Розрахунок виконується для шару А/б щільний БНД 60/90

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{\text{під}}}{E_4} = \frac{106.61}{3200.00} = 0.03; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{10.0}{34.50} = 0.29; \quad \frac{E_{4\text{заг}}}{E_4} = 0.064; \quad E_{4\text{заг}} = 0.064 * 3200.00 = 203.55 \text{ МПа};$$

4) Розрахунок виконується для шару Асфальтополімербетон щільний БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів

$$\frac{E_H}{E_8} = \frac{E_{\text{під}}}{E_5} = \frac{203.55}{5000.00} = 0.04; \quad \frac{h_8}{D} = \frac{5.0}{34.50} = 0.14; \quad \frac{E_{5\text{заг}}}{E_5} = 0.053; \quad E_{5\text{заг}} = 0.053 * 5000.00 = 265.79 \text{ МПа};$$

$$K_{\text{мц}} = \frac{E_{\text{заг}}}{E_{\text{потр}}} = \frac{265.79}{190.00} = 1.3989$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{\text{пр}}^{\text{тр}} = 1.29$

$1.3989 > 1.29$ - умова виконана

Розрахунок конструкції дорожнього одягу на опір монолітних шарів втомного руйнування від розтягу при згині.

1) Розрахунок на згин виконується для шару А/б щільний БНД 60/90

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$E_8 = \frac{E_1 * h_1 + E_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{5500 * 5.0 + 4500 * 10.0}{5.0 + 10.0} = 4833.33 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями:} \quad \frac{E_8}{E_H} = \frac{4833.33}{106.61} = 45.337 \text{ и} \quad \frac{h_8}{D} = \frac{15.00}{34.50} = 0.43$$

За номограмою визначаємо: $\bar{\sigma}_r = 2.639 \text{ МПа}$

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r * p * k_8 = 2.639 * 0.80 * 0.85 = 1.795 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$R_{3z} = R_p * k_m * k_T * k_{\text{кп}} = 8.761 * 0.95 * 0.85 * 0.468 = 3.309 \text{ МПа}$$

$$\text{де } R_p = R_{\text{лаб}} * (1 - t * V_m) = 9.80 * (1 - 1.06 * 0.10) = 8.761 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантажень у нерозрахунковий період, $K_{\text{кп}}$:

$$k_{\text{кп}} = k_{\text{пр}} * \sum N_p^{(-1/m)} = 4.00 * 133666^{(-1/5.50)} = 0.468$$

$$K_{\text{мц}} = \frac{R_{3z}}{\sigma_r} = \frac{3.309}{1.795} = 1.8441$$

Необхідний коефіцієнт міцності $K_{\text{мц}}^{\text{потр}} = 1.27$

1.8441 > 1.27 - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}} * 100\% = \frac{1.8441 - 1.27}{1.8441} * 100\% = +31\%$$

Таблиця 3. Характеристики міцності конструкції дорожнього одягу.

№ шару г	Найменування матеріалу шару	Розрахунок товщина шару, см	Загальний модуль пружності по шарам, Езаг, МПа	Показник міцності:			Граничне активне напруження зсуву в шарі, Тгр, МПа	Розрахункове активне напруження зсуву, Т, МПа	Граничне напруження розтягу при згині, Рзг, МПа	Розрахункове напруження розтягу в шарі, Gг, МПа	Розрахункова вологість ґрунту, Wр, частки од.	Вартість, гривні/кв.м
				критерій	розрахункове значення коэф. міцності Кмц	величина, запас (+/-), %						
1	Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів, Тип А	5.0	266	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І	10.0	204	Розтяг	1.84	+31%	-	-	3.309	1.795	-	-
3	Щебенево-піщана суміш С7	15.0	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Щебінь М1000–1400, влаштований за способом заклинки з магматичних порід	20.0	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Замірний модуль	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумарна товщина конструкції:		50.0	Підсумкова вартість конструкції:									-

6. Інформація

* Розрахунок виконаний. Зауважень немає.

