

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

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

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: Реконструкція ділянки автомобільної дороги з обґрунтуванням параметрів конструкції автотомобільної дороги

за освітньою програмою:

Автомобільні дороги

зі спеціальності:

192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Виконав:

студент групи: ДА 2221


(підпис студента)

Владислав ШАТАЛОВ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)


Керівник:


(підпис)

Ст. викл. Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

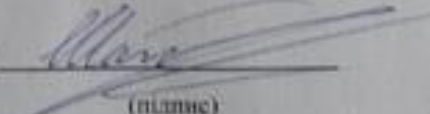

(підпис)

Доцент Сергій БАЙДАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент


(підпис)

Студент _____

(підпис)

Ministry of Education and Science of Ukraine

Ukrainian State University of

Дніпро – 2024 рік

Science and Technologies

«Construction, Architecture and

Infrastructure»

(faculty)

Transport Infrastructure

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

magistr

(higher education degree)

on the topic: Reconstruction of the road section with justification of the parameters of the road construction

according to educational
curriculum:

Higways

in the Speciality:

192 Motor roads and airfields

Done by the student fo the
group:

Shatalov Vladislav

(name, surname)

Scientific Supervisor:

Senior teacher Oleg Luzhitsky

(position, name, surname)

Normative controller:

Associate Professor Sergiy Baidak

(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет науки і технологій

Факультет: Будівництво, архітектура та інфраструктура

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Рівень вищої освіти: Магістр

Освітня програма: Автомобільні дороги і аеродроми

Спеціальність: Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ТЮТКІН

(підпис)

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу _____ магістр

(ступінь вищої освіти)

Студенту Шаталову Владиславу

1. Тема роботи: Реконструкція ділянки автомобільної дороги з обґрунтуванням параметрів конструкції автомобільної дороги

Керівник роботи: Лужицький Олег Федорович, старший викладач

Затверджена наказом від 01 березня 2023 р. № 196ст

2. Строк подання студентом роботи – 14 січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Район проектування – Дніпропетровська область	Категорія дороги – за розрахунком
Початковий пункт – м.Зелене	Кількість смуг руху - встановлюється
Розрахункова швидкість, км/год – згідно ДБН В 2.3-4:2015	Кількість транспортних одиниць: 1220 авт/добу
4. Зміст пояснювальної записки:	
1 Аналітична частина	
Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи. Метою роботи є обґрунтування параметрів плану при реконструкції ділянки автомобільної дороги.	
2 Основна частина	
Огляд дороги 0041106 Зелене – Богданівка – Богуслав виконано на ділянці км 18+600 – км 33+830	

3 Економічна частина			
Порівняння варіантів реконструкції дорожніх одягів з економічної сторони			
4 Охорона праці			
Вимоги безпеки праці при реконструкції автомобільної дороги.			
5. Перелік графічного матеріалу: План, поздовжній профіль, поперечні профілі			
6. Консультанти розділів роботи:			
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
2	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
3	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
4	Лужицький О.Ф., ст. викл.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

ч№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.	01.11.2023	10
2	Вимоги і норми проектування плану, профілів автомобільних доріг	15.11.2023	10
3	Реконструкція ділянки автомобільної дороги О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав виконано на ділянці км 18+600 – км 33+830	30.11.2023	25
4	Розробка варіантів дорожнього одягу	07.12.2023	15
5	Техніко-економічне порівняння варіантів дорожнього одягу.	30.12.2023	20
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	07.01.2024	10
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	14.01.2022	10
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	25.12.2022	

Студент _____ Шаталов Владислав

Керівник роботи

(підпис)

Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

(рівень освіти)

55 с., 3 рис., 10 табл., 19 джерела.

Найменування роботи: Обґрунтування параметрів плану при реконструкції ділянки автомобільної дороги.

Об'єкт дослідження – дослідження дороги загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав виконано на ділянці км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області .

Предмет досліджень – параметри автомобільної дороги і їх вплив на безпеку руху.

Мета роботи – обґрунтування параметрів плану при реконструкції ділянки автомобільної дороги.

Стисла характеристика роботи. Мережа автомобільних доріг в Україні є важливою складовою транспортної системи, задовольняючи потреби суспільства у пасажирських та вантажних перевезеннях автомобільним транспортом. Одним із ключових аспектів проектування є реконструкція кривих доріг. Важливість цього етапу полягає в збільшенні радіусів кривих в плані та поздовжньому профілі, ліквідації зайвої звивистості траси, забезпеченні розрахункової видимості та зменшенні поздовжніх ухилів дороги. Ці заходи призводять до необхідності зміщення траси. Вибір оптимального просторового положення визначає безпеку та комфортність руху для учасників дорожнього руху, а також сприяє мінімізації транспортно-експлуатаційних витрат та розвитку прилеглої території протягом тривалого періоду функціонування автомобільної дороги. Розрахунки виконані з використанням програмного забезпечення AutoCAD Civil 3D, Microsoft Excel та Microsoft Word на комп'ютерних системах.

Ключові слова: ПАРАМЕТРИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ПЛАН АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ, ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ, ПОКАЗНИКИ АВАРІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	2
1. МЕТА РОБОТИ. ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ВИЗНАЧЕНОЮ ТЕМОЮ	4
1.1 Мета роботи	4
1.2 Об'єкт дослідження	4
1.3 Предмет дослідження	4
1.4 Огляд наукових досліджень за визначеною темою	4
2. ВИМОГИ І НОРМИ ПРОЕКТУВАННЯ	6
2.1 Основні положення	6
2.2 Класифікація автомобільних доріг	6
2.3 Проектування основних елементів автомобільної дороги	7
2.3.1 Поперечний профіль	7
2.3.2 План і повздовжній профіль	11
2.4 Земляне полотно	16
2.4.1 Загальні положення	16
2.4.2 Умови реконструкції в складних інженерно-геологічних умовах	17
2.5 Дорожній одяг	18
2.5.1 Загальні положення	18
2.6 Роль систем ВІМ у проектуванні доріг	23
2.7 Основні принципи та переваги використання ВІМ	23
3. ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ	27
3.1 Аналіз існуючого стану ділянки	27
3.2 Проектні рішення	28
3.2.1 Дорожній одяг та матеріали	29
3.3 Основні техніко-економічні показники	35
3.4 Заходи забезпечення безпеки дорожнього руху	38
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	40
ВИСНОВОК	44
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	45

Вступ

Ріст автомобільного парку щорічно наростає, спричиняючи суттєве збільшення інтенсивності руху на дорогах. Цей феномен ставить перед суспільством завдання активно реагувати та постійно удосконалювати існуючі дорожні мережі для забезпечення необхідного рівня пропускної здатності. Зростання автопарку, а також збільшення транспортного потоку, зумовлює необхідність реконструкції автомобільних доріг як найбільш ефективного засобу вирішення цього виклику.

Реконструкція доріг стає невід'ємною частиною стратегії покращення стану та функціональності автомобільних доріг. Цей процес, зазвичай, включає підвищення категорії доріг для відповіді на сучасні виклики. Крім того, існує ряд обґрунтувань для проведення реконструкції, зокрема безпека дорожнього руху, підвищення швидкості транспортних засобів, зменшення аварійності, оптимізація інтенсивності руху, зменшення кількості ДТП та врахування екологічних аспектів.

Особлива увага при розгляді проектування реконструкції приділяється кривим. Це виправдано необхідністю збільшення радіусів кривих в плані, ліквідацією зайвої звивистості траси, забезпеченням розрахункової видимості та зменшенням поздовжніх ухилів дороги. Успішний вибір просторового положення траси визначає безпеку та комфортність дорожнього руху, впливає на транспортно-експлуатаційні витрати та сприяє розвитку прилеглої території протягом тривалого періоду експлуатації автомобільної дороги.

Автомобільні дороги виступають, як найважливіша частина транспортної інфраструктури. Їхнє ефективне функціонування та сталий розвиток є критично важливими для переходу до економічного зростання, збереження національної безпеки та поліпшення якості життя населення. На сучасному етапі розвитку суспільства дорожня мережа України частково не відповідає політичним, соціальним та економічним потребам, особливо на підходах до великих міст, де автомобільні дороги працюють в режимі перевантаження.

1. МЕТА РОБОТИ. ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ВИЗНАЧЕНОЮ ТЕМОЮ

1.1 Мета роботи

Метою роботи є обґрунтування параметрів плану при реконструкції ділянки автомобільної дороги.

1.2 Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є параметри плану при реконструкції автомобільної дороги.

1.3 Предмет дослідження

Предметом дослідження є параметри плану при реконструкції ділянки автомобільної дороги.

1.4 Огляд наукових досліджень за визначеною темою :

Дослідження, спрямовані на обґрунтування параметрів плану при реконструкції ділянки автомобільної дороги, займають важливе місце в контексті розвитку інфраструктури та підвищення безпеки руху. Зазначена тема викликає зацікавленість серед дослідників і фахівців, оскільки впливає на ефективність і якість функціонування автомобільних доріг. Дослідження в цьому напрямку часто охоплюють різні аспекти, включаючи геометричні параметри, безпеку дорожнього руху, аспекти проектування та технічні вимоги. Нижче подано огляд деяких ключових аспектів досліджень, пов'язаних із обґрунтуванням параметрів плану при реконструкції ділянки автомобільної дороги:

Геометричні аспекти планування:

Багато досліджень спрямовані на вивчення оптимальних геометричних параметрів дорожнього плану, таких як радіуси кривих, показники нахилу, ширини полос руху тощо. Аналіз впливу цих параметрів на ефективність руху та безпеку дорожнього руху є ключовим завданням.

Безпека дорожнього руху:

Дослідження зосереджують увагу на визначенні взаємозв'язку між геометричними параметрами плану та безпекою дорожнього руху.

Розглядаються методи та стратегії, які допомагають уникати конфліктів та підвищують рівень безпеки на дорозі.

Технічні аспекти та матеріали:

Деякі дослідження фокусуються на технічних вимогах та виборі матеріалів для покриття дорожнього полотна. Розглядається вплив матеріалів на тривалість служби, стійкість до навантажень та інші технічні параметри.

Використання сучасних технологій:

Деякі дослідження висвітлюють можливості використання сучасних технологій та інструментів, зокрема систем BIM (Building Information Modeling), при плануванні та реконструкції доріг для покращення точності та ефективності проектування.

Огляд цих наукових досліджень показує, що обґрунтування параметрів плану при реконструкції ділянки автомобільної дороги є складним і многогранним завданням, включаючи технічні, геометричні та безпекові аспекти. Ці дослідження сприяють подальшому розвитку методів та стратегій для оптимального проектування та планування автомобільних доріг з урахуванням високих стандартів безпеки та ефективності.

2. ВИМОГИ І НОРМИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Основні положення

Рішення, прийняті в межах проекту, повинні враховувати заходи забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху, включаючи пішоходів на пішохідних переходах та під час будівництва. Також важливо враховувати відповідність споживчих характеристик автомобільної дороги та її окремих елементів вимогам нормативних документів протягом періодів міжремонтної експлуатації. При проектуванні доріг, які проходять через умови складних ґрунтових та гідрогеологічних умов, або знаходяться в сейсмонебезпечних районах, або в умовах, що відрізняються від передбачених нормативами, чи в інших обґрунтованих випадках, слід передбачити обстеження стану цих доріг на експлуатаційній стадії для визначення їх основних параметрів у часі.

2.2 Класифікація автомобільних доріг

За значенням автомобільні дороги загального користування поділяються відповідно до законодавства. Технічну класифікацію автомобільних доріг за категоріями залежно від розрахункової середньорічної добової перспективної інтенсивності руху наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1- Технічна класифікація автомобільних доріг

Категорія автомобільної дороги	Розрахункова інтенсивність руху, наведених авт. / Добу
ІА (Автомагістраль)	понад 14000
ІБ (Швидкісна дорога)	понад 14000

2.3 Проектування основних елементів автомобільної дороги

2.3.1 Поперечний профіль

Основні параметри поперечного профілю автомобільних доріг, залежно від їх категорії, слід визначати відповідно до таблиці 2.2. Для доріг із трьома смугами руху проектування проводиться відповідно до вимог національних стандартів. За

наявності відповідного техніко-економічного обґрунтування параметри автомобільних доріг можуть бути збільшені. Ширина розділювальної смуги повинна бути достатньою для створення перехідно-швидкісної смуги для лівого повороту, наземного пішохідного переходу, опори мосту і т.д. У випадку, якщо відстань між такими місцями менше 0,5 км, ширина розділювальної смуги не повинна зменшуватися до значень, визначених у таблиці 2.2. За відповідного обґрунтування довжина такої смуги може бути збільшена.

Таблиця 2.2-параметри поперечного профілю автомобільних доріг

Звичайні дороги	ІВ	понад 14000
	ІІ	від 5000 до 14000
	ІІІ	від 2500 до 5000
	ІV	від 300 до 2500
	V	до 300

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

Кількість смуг руху на дорогах I категорії необхідно призначити залежно від середньої річної, добової інтенсивності руху та рельєфу місцевості згідно з таблицею 2.3.

Таблиця 2.3- 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

Проїзну частину слід проектувати з двосхилим поперечним профілем на прямих ділянках доріг усіх категорій. У випадках, коли проектування автомобільних доріг відбувається стадійно з будівництвом одного проїзду на першій стадії, проїзну частину слід влаштовувати з односхилим поперечним профілем. За відповідного обґрунтування при реконструкції доріг I-б категорії допускається залишати двосхилий поперечний профіль із забезпеченням відводу води з проїзної частини та розділювальної смуги.

Поперечний похил проїзної частини, за винятком ділянок із віражами, повинен відповідати матеріалу покриття дорожнього одягу. Наприклад, на дорогах із асфальтобетонним чи цементобетонним покриттям поперечний похил проїзної частини повинен бути 25‰, на гравійних та щебневих покриттях - від 25‰ до 30‰, а на покриттях із ґрунтів, укріплених в'язучими та місцевими матеріалами, відповідно.

Поперечні похили узбіч повинні бути більшими за поперечні похили проїзної частини, залежно від типу укріплення узбіч. Наприклад, для укріплення із використанням в'язучих від 30‰ до 40‰, для укріплення гравієм чи щебнем - від 40‰ до 60‰, для укріплення засівом трави або одернуванням - від 50‰ до 60‰.

При розробці віражів на дорогах I категорії рекомендується використовувати роздільні поперечні похили для проїзних частин різних напрямків, з

улаштуванням споруд водовідведення на розділювальній смузі. Похил внутрішнього узбіччя повинен бути не меншим за похил віражу, і перехід від прийнятого похилу узбіччя при двосхилим профілі до похилу проїзної частини слід виконувати на ділянках завдовжки 20 м до початку відгону віражу.

Додатковий повздовжній похил зовнішньої крайки проїзної частини на ділянці відгону віражу повинен відповідати визначеним значенням для доріг різних категорій та рельєфних умов.

При радіусах кривих 750 м і менше слід передбачити розширення проїзної частини за рахунок узбіччя чи розширення земляного полотна. Ширина узбіччя повинна відповідати встановленим вимогам для доріг різних категорій. Додаткові технічні вимоги та величини розширення однієї смуги руху наведені в таблиці 2.4.

Додаткові технічні вимоги та величини розширення

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

Якщо на дорозі є більше двох смуг руху в одному напрямку, розширення реалізується лише для двох зовнішніх смуг, і на перехідно-швидкісних смуг розширення не застосовується. У випадку, коли ширина узбіччя недостатня для розміщення розширеної проїзної частини, передбачається відповідно розширення земляного полотна.

Розширення проїзної частини слід виконувати з початку перехідної кривої пропорційно по довжині так, щоб повне розширення було досягнуто до початку колової кривої. Ширину проїзної частини доріг на ділянках увігнутих кривих поздовжнього профілю, які з'єднують ділянки з алгебраїчною різницею зустрічних похилів понад 60%, необхідно збільшувати за рахунок узбіччя з обох сторін.

Для доріг II-III категорій розширену проїзну частину на вертикальних увігнутих кривих слід влаштовувати завдовжки 100 м, а на дорогах IV-V категорій - 50 м. Перехід до розширеної проїзної частини має бути виконаний на ділянці завдовжки 25 м для доріг II-III категорій і 15 м для доріг IV-V категорій.

У гірській місцевості, на цінних продуктивних землях та на ділянках із підйомами або із додатковими смугами, ширину узбіччя доріг можна зменшувати до 1,5 м для доріг I-б-II категорій і до 1 м для доріг III-V категорій.

2.3.2 План і повздожній профіль

Необхідно розробляти трасу автомобільної дороги як плавну лінію в просторі, що взаємодіє з елементами плану, повздожнього та поперечного профілів, а також інтегрується з природним ландшафтом, з урахуванням впливу на умови руху та візуальне сприйняття дороги.

При проектуванні плану і повздожнього профілю автомобільної дороги слід враховувати інтенсивність руху, забезпечення безпеки та комфортності руху транспортних засобів, а також можливість майбутньої реконструкції дороги поза перспективним розрахунковим періодом. Основні параметри для елементів плану та повздожнього профілю повинні бути визначені наступним чином:

- Повздожні похили – до 30%;
- Відстань видимості для зупинки транспортного засобу – не менше 450 м;
- Радіуси кривих у плані – понад 3000 м;
- Радіуси опуклих кривих у повздожньому профілі – понад 70000 м;
- Радіуси увігнутих кривих у повздожньому профілі - понад 8000 м;
- Довжина опуклих кривих у повздожньому профілі – понад 300 м;
- Довжина увігнутих кривих у повздожньому профілі – понад 100 м.

У випадках, коли рельєф та інші місцеві умови роблять виконання цих вимог складним або дороговартісним завданням, дозволяється зменшення нормативних параметрів до гранично-допустимих, які визначаються відповідно до проектних та розрахункових швидкостей згідно з таблицею 2.5.

Таблиця 2.5-Проектні та розрахункові швидкості

Найменування елементів	Параметри залежно від розрахункових швидкостей, км/год										
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30

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

Необхідно зменшувати найбільші поздовжні похили на кривих у плані з радіусами 50 метрів і менше на величини, які вказані у таблиці 2.6 - Зменшення поздовжніх похилів автомобільних доріг на кривих у плані.

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

При проектуванні доріг I категорії на самостійному земляному полотні для різних напрямків руху поздовжні похили для спуску можна збільшувати в порівнянні з похилами на підйом, але не більше ніж до 20‰. На ділянках доріг у гірській місцевості для руху на підйом допускаються зтяжні похили понад 60‰ з обов'язковим влаштуванням майданчика для зупинки транспортних засобів на відстані між ними не більше наведеної в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7- 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 проектування серпантинів необхідно приймати згідно з таблицею 2.8.

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 2.8-Норми проектування серпантинів.

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

Відстань між кінцями кривих двох сусідніх серпантинів необхідно призначати не меншою ніж 400 м для доріг I-III категорій, 300 м- для доріг IV категорії і 200 м –для доріг V категорії.

2.4 Земляне полотно

2.4.1 Загальні положення

Необхідно розробляти структуру земляного полотна, враховуючи такі аспекти:

- Категорію дороги;
- Висоту насипу та глибину виїмки;
- Тип дорожнього покриття;
- Властивості ґрунтів, які будуть використовуватися у земляному полотні;
- Умови виконання робіт із будівництва земляного полотна;
- Природні умови району будівництва та особливості інженерно-геологічних умов ділянки будівництва;
- Досвід експлуатації доріг у даному регіоні з урахуванням досягнення необхідних показників міцності;

- Стійкості і стабільності як самого земляного полотна, так і дорожнього покриття з урахуванням мінімізації витрат на будівництво та експлуатацію;

- Максимального збереження цінних земель;

- Мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Структура земляного полотна включає наступні елементи:

- Робочий шар, що є верхньою частиною земляного полотна, розташованим під дорожнім покриттям у межах глибини активної зони, але не менше 1,5 м від поверхні дорожньої частини;

- Тіло насипу;

- Основа насипу, що є природним ґрунтовим масивом, розташованим нижче насипного ґрунту або робочого шару;

- Основа виїмки, яка є ґрунтовим масивом, розташованим нижче робочого шару;

- Укісні частини виїмки;

- Споруди для відведення поверхневої води;

- Споруди для пониження або відведення підземних вод;

- Геотехнічні споруди і конструкції, призначені для захисту земляного полотна від небезпечних геологічних процесів.

Принципи проектування земляного полотна і критерії його міцності та стійкості формуються на основі погодно-кліматичних факторів та природних умов району будівництва, враховуючи рельєф місцевості та інженерно-геологічні умови.

Місцевість поділяється на три типи в залежності від погодно-кліматичних та ґрунтово-гідрологічних умов:

Сухі ділянки, де поверхневі і ґрунтові води не впливають на зволоження верхніх шарів ґрунту;

Вологі ділянки, де можливе короткочасне затоплення поверхневими водами, але ґрунтові води не впливають на зволоження верхніх шарів ґрунту;

Мокрі ділянки, де існує постійне надмірне зволоження та тривале затоплення як поверхневими, так і ґрунтовими водами.

Проектування конструкції земляного полотна в поперечному профілі визначається типовими рішеннями з урахуванням конкретних умов проектування. Індивідуальні рішення призначаються для деяких випадків, таких як високі насипи, насипи з тимчасовим або постійним затопленням, насипи на болотах, слабких ґрунтах, з використанням вологих ґрунтів, і для різних видів виїмок, враховуючи специфічні гідрогеологічні та інженерно геологічні умови.

2.4.2 Умови реконструкції в складних інженерно-геологічних умовах

Проектування земляного полотна в умовах гірських схилів визначається рядом особливостей, що вимагають уважного підходу та комплексного аналізу. На схилах із крутизною понад 1:3 рекомендується розташовувати земляне полотно на полиці, що врізається в крутосхил, або влаштовувати низові підпірні стінки для забезпечення стійкості конструкції.

У випадках, коли нахил схилу становить від 1:5 до 1:3, земляне полотно рекомендується влаштовувати в насипу та напів насипу-напів виїмки з уступами в основі. Уступи повинні мати певні параметри, зокрема ширину від 0.3 м до 4.0 м та висоту до 1,0 м, з похилом поверхні від 10‰ до 20‰ у низовий бік.

Додатково, необхідно передбачити комплексні заходи для забезпечення стійкості земляного полотна та схилу. Це включає в себе видалення слабких ґрунтів, влаштування берм, регулювання режиму спорудження насипу, вертикальний дренаж, армування основи тіла насипу геосинтетичними прошарками.

В районах засолення ґрунтів необхідно проектувати земляне полотно, враховуючи ступінь засоленості, та використовувати спеціальні заходи для запобігання подальшого засолення робочого шару.

На зрошуваних землях та у складних природних умовах, таких як зсувні ділянки, карстові території, та інші, проектування повинно враховувати специфіку цих умов та застосовувати відповідні стандарти та заходи забезпечення стійкості та безпеки.

2.5 Дорожній одяг

2.5.1 Загальні положення

Для визначення конструкції дорожнього одягу та матеріалу покриття важливо враховувати ряд чинників, таких як транспортно-експлуатаційні вимоги, інтенсивність руху та склад транспортних засобів у потоці, кліматичні умови, ґрунтово-геологічні особливості, санітарно-гігієнічні вимоги, аспекти безпеки та комфортності руху, а також доступність місцевих будівельних матеріалів.

При розробці проектної документації на будівництво або реконструкцію автомобільних доріг I-II категорій та інших категорій, які перетинаються з міжнародними та національними транспортними коридорами, рекомендується передбачити влаштування верхнього шару покриття із щебенево-мастикового асфальтобетону, використовуючи полімерні та адгезійні добавки. Такий підхід може бути особливо ефективним на транспортних розв'язках, включаючи в'їзди та виїзди, де дороги перетинаються або примикають одна до одної.

Така конструкція покриття допомагає забезпечити високу експлуатаційну якість та стійкість до інтенсивного руху, забезпечуючи при цьому комфорт та безпеку для користувачів.

Типи дорожнього одягу, сфера застосування та матеріали покриттів наведені в таблиці 9.

Таблиця 2.9- 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'яжучими 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.

Дорожнє покриття включає один або кілька шарів, таких як покриття, основа та, за необхідності, додаткові шари основи. Щодо покриття, важливо, щоб воно було стійким, рівним та шорстким, могло протистояти пластичним деформаціям у теплу пору року і залишилося цілим під час прогинання весною та осінню, а також при розтягуванні від охолодження взимку. Матеріал покриття повинен бути стійким до стирання, а в разі потреби може піддаватися поверхневій обробці чи використовуватися тонкошарове покриття для підвищення шорсткості та інших функцій.

Основа має гарантувати зменшення прогину покриття від зовнішніх навантажень та мати достатню жорсткість для зменшення напружень в додатковій основі та ґрунті земляного полотна до припустимих значень.

Основа проектується з одного або декількох шарів. З урахуванням сприятливих умов для прикрайкових смуг нежорсткого дорожнього одягу рекомендується укладати основу ширше за проїзну частину, забезпечуючи додатковий нижній шар для укріпленої (зупиночної) смуги. На дорогах I-II категорій рекомендується розширювати основу ще на 1 м ширше за додатковий нижній шар на всю ширину земляного полотна. Для жорсткого дорожнього одягу ширина основи повинна перевищувати ширину покриття на 1,0 м з обох боків.

Додаткова основа повинна зменшувати прогин та напруження від транспортних засобів у покритті, основі та земляному полотні. Вона також виконує функції відведення води, зменшення товщини промерзаючого шару ґрунту, зменшення глибини промерзання земляного полотна, виключення взаємного проникнення зернистого матеріалу основи та ґрунту земляного

полотна, а також забезпечення проїзду транспортних засобів і будівельної техніки під час будівництва дорожнього одягу. Один шар додаткової смуги може виконувати кілька функцій.

Загальна товщина дорожнього одягу та товщина окремих шарів повинні гарантувати міцність та морозостійкість всієї конструкції. При проектуванні дорожнього одягу слід враховувати його надійність протягом нормативного строку експлуатації, і це може бути визначено коефіцієнтами надійності, які залежать від категорії дороги.

Таблиця 2.10 – Коефіцієнти надійності

Категорія дороги	I-а I-б	II	III	IV	V
Коефіцієнт надійності	0,97	0,95	0,9	0,85	0,75

При розрахунку дорожнього одягу на міцність необхідно враховувати середньодобову інтенсивність руху вантажних автомобілів та автобусів на останній рік перспективного строку служби дорожнього одягу.

2.5.2 Нежорсткий дорожній одяг

Шари нежорсткого дорожнього одягу можуть включати асфальтобетон, матеріали та ґрунти, зміцнені органічними, неорганічними, комплексними та іншими вяжучими речовинами, а також шлак та малозв'язані зернисті матеріали, такі як щебінь, шлак чи гравій. Конструкцію та розрахунки нежорсткого дорожнього одягу слід проводити відповідно до відомчих нормативних документів.

При розрахунках на короткочасне навантаження слід враховувати опір пружному прогину всієї конструкції, опір зсуву в ґрунтах і шарах із малозв'язаних матеріалів, а також опір розтягу в монолітних матеріалах при згині та на стиск у верхньому поясі.

На етапі конструювання необхідно приділити увагу забезпеченню колієстійкості асфальтобетонного покриття. При розрахунках на тривалу дію статичного навантаження важливим є визначення опору зсуву в ґрунті, шарах із малозв'язаних матеріалів та асфальтобетонних шарах.

Морозостійкість нежорсткого дорожнього одягу слід розраховувати з урахуванням запобігання деформації внаслідок морозного здимання ґрунту земляного полотна.

При проектуванні нежорсткого дорожнього одягу важливо враховувати дренаж з метою відведення води, що потрапляє до основи під час танення весняного снігу. Розрахунок на дренаж слід виконувати перед розрахунком міцності для визначення необхідної товщини дренуючого шару.

Не рекомендується використовувати в конструктивних шарах дорожнього одягу неукріплені фракціоновані матеріали (щебіневі шари, влаштовані розклинкою) на дорогах I-III категорій.

2.6 Роль систем BIM у проектуванні доріг

В умовах стрімкого розвитку технологій та постійного покращення інфраструктури, проектування доріг стає ключовим елементом для забезпечення безпеки, ефективності та сталого розвитку транспортної системи. Сучасні вимоги до автомобільних мереж визначають необхідність впровадження передових методів та технологій, спрямованих на оптимізацію будівництва та управління дорожніми проектами.

Серед інноваційних підходів до проектування доріг варто виділити використання системи Building Information Modeling (BIM). Цей інтегрований методологічний підхід до розробки інфраструктурних об'єктів дозволяє створювати цифрові моделі, які охоплюють всі етапи життєвого циклу об'єкта – від проектування та будівництва до управління та експлуатації.

Розвиток та модернізація дорожньої інфраструктури мають стратегічне значення для країни, і впровадження передових технологій в процес проектування дозволить ефективно вирішувати завдання щодо безпеки, ефективності та стійкості автомобільних доріг.

Інженери використовують програму CREDO ДОРОГИ, в якій розробники реалізували широкий набір функцій, методів та налаштувань, що дозволяють проектувати ремонт доріг відповідно до найвищих вимог якості, є однією з таких систем BIM

В Україні CREDO ДОРОГИ активно використовується в проектно-вишукувальних організаціях.

2.7 Основні принципи та переваги використання BIM

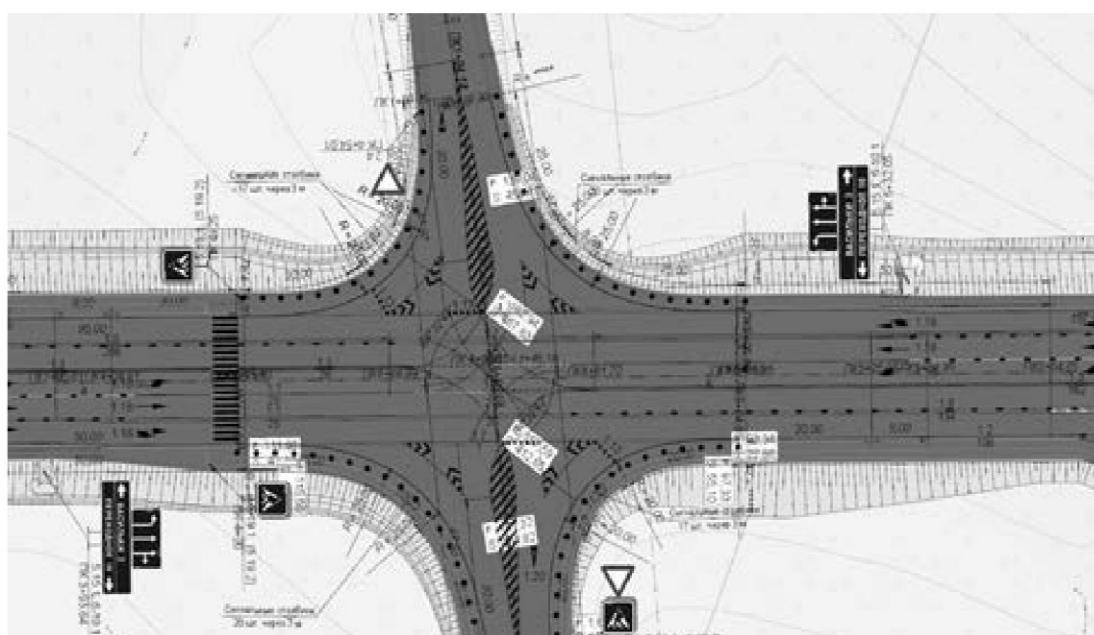
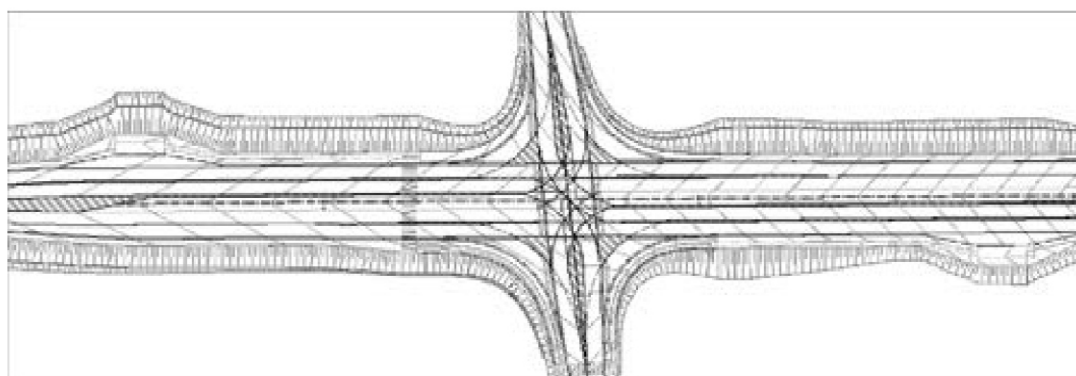
Система CREDO ДОРОГИ сприяє колективній роботі кількох фахівців над конкретним об'єктом. Інформація з окремих проектів легко та без втрат об'єднується в єдиний документ. Для цього можна використовувати імпорт нових даних різних типів, додавання та видалення проектів, а також копіювання, вирізання і об'єднання даних. У комплекті з системою надаються бібліотеки різноманітних ресурсів, які включають лінії, штрихування, об'єкти інженерного призначення, стилі типових поперечних профілів земляного полотна, шаблони креслень, відомостей і багато іншого. Для створення нових даних або їх коригування відповідно до стандартів підприємства в системі вбудовані прості та зрозумілі редактори.

У CREDO ДОРОГИ існує можливість заміни траси на конкретній ділянці у будь-який момент роботи над проектом, при цьому мінімізуються втрати даних. Разом із системою постачаються шаблони для доріг різних технічних категорій. Застосування цих шаблонів дозволяє швидко і точно відтворити основні параметри дороги, зокрема, планову геометрію через дорожні смуги. Розробка таких шаблонів виконана фахівцями компанії "Кредо-Діалог" відповідно до норм проектування, що діють в Україні.

Можна створювати свої шаблони на базі будь-якого проекту, зберігши параметри і налаштування для подальшого застосування на інших дорогах. Різні методи побудови і універсального редагування, що закладені в систему, дають змогу створювати майданчики будь-якої конфігурації, виконувати горизонтальне планування дорожнього полотна з урахуванням стоянок і інших об'єктів придорожного сервісу. Створення генплану дороги через дорожні смуги забезпечує одночасну передачу даних по ширині та розташування окремих смуг на поперечному профілі. Горизонтальне планування з'їздів і автобусних зупинок виконується автоматично. При цьому до складу поперечних профілів додаються додаткові елементи (ПШС, центральна смуга гальмування та накопичення,

розділювальні смуги між потоками руху тощо) і напрямні острівці в зоні з'їздів (мал. 1).

Ділянка дороги з автобусною зупинкою та примиканням Передбачена швидка перебудова всіх проектних поверхонь у зоні з'їздів і автобусних зупинок за будь-якого редагування планової геометрії, переміщення на інший пікет і за повного видалення з'їзду або зупинки (мал. 2).



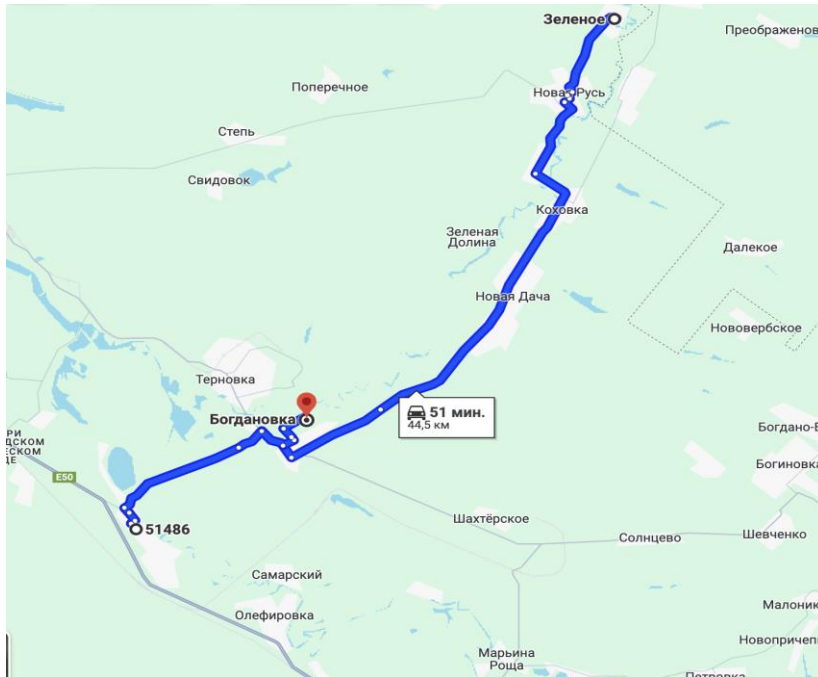
Після додавання автобусних зупинок на ділянці перехрещення в CREDO ДОРОГИ створюється актуальна цифрова модель проекту. Точна передача змінних значень ширини і похилу по проїзній частині, узбіччях і укосах на поперечники досягається за допомогою цільових ліній. Використання цих ліній дозволяє швидко і точно реконструювати не лише планову геометрію будь-якої криволінійної смуги, а також відображати маркування існуючого покриття, бортового каменю під час проведення ремонту дороги. Крім того, вони стають важливим інструментом для відтворення ліній сполучення укосів, особливо коли вони перетинаються внаслідок близького розташування земляних полотен, наприклад, на з'їздах розв'язок або на ділянці, де формується серпантин.

Використання комплексу CREDO ДОРОГИ дозволяє підняти якість проектних рішень, скоротити терміни виконання проектів і полегшити швидкий обмін даними як всередині організації, так і між виконавцями та замовниками. Завдяки передовим інформаційним технологіям CREDO може в критичні терміни, при цьому забезпечуючи високу якість, створювати ефективний проектний простір для впровадження виробництва високоякісної проектної документації.

3. ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

3.1 Аналіз існуючого стану ділянки

Проект реконструкції автомобільної дороги загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав виконано на ділянці км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області .



По своєму значенню даний об'єкт віднесений до доріг місцевого значення.Проектована ділянка розташована в Павлоградського району Дніпропетровської області по дорозі місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав виконано на ділянці км 18+600 – км 33+830

Існуюча ширина проїзної частини складає – 6.0 м / 7,0 м.

Довжина проектованої ділянки – 15 230 м.

На підставі ДБН В.2.3-4:2015, п.4.1 визначено категорію дороги загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області і за технічною специфікацією. При розрахунковій середньорічній добовій перспективній інтенсивності руху - 597 приведених одиниць транспорту, дорогу віднесено до IV категорії.

Асфальтобетонне покриття знаходиться в незадовільному стані – вибоїни, викришування крайки проїзної частини, місцями 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‰.

3.2 Проектні рішення

3.2.1. Автомобільна дорога.

План, поздовжній та поперечні профілі Проїзна частина дороги розташована на пересіченій місцевості. Проїзна частина з двостороннім рухом. Ширина проїзної частини становить 7 м. План автомобільної дороги залишається в існуючих межах. Для відведення води виконати розчищення та планування з улаштуванням узбіччя дороги з щебеню по всій довжині проектованої ділянки.

В населеному пункті Бахмутське влаштувати тротуари шириною 1,8 м.

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.

Поздовжні профілі запроектовані по осі проїзної частини. Проектні відмітки поздовжнього профілю визначаються виходячи з умов існуючої дороги, перехресть, забезпечення водовідводу та розташування прилеглої території.

Мінімальний поздовжній похил прийняти 0‰, максимальний – 60‰.

3.2.1 Дорожній одяг та матеріали

Існуючий дорожній одяг

Конструкція існуючого дорожнього одягу на ділянці О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав виконано на ділянці км 18+600 – км 33+830

Вихідні дані до конструювання дорожнього одягу

Конструкція дорожнього одягу визначилася наявністю місцевих дорожньо-будівельних матеріалів та існуючим дорожнім покриттям, виходячи з розрахунку навантаження від автомобільного транспорту і з урахуванням вимог ДБН В. 2.3-4:2015 і ВБН В. 2.3-218-186-2004.

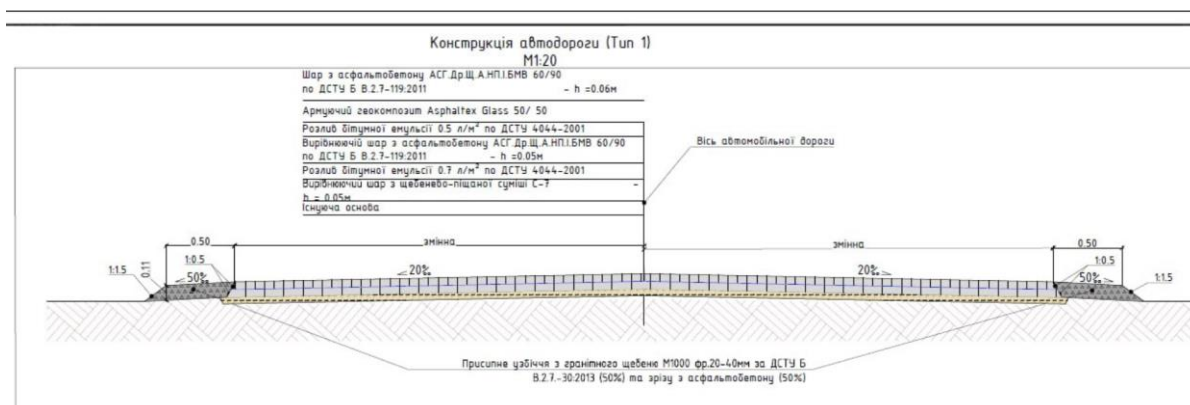
Всі будівельні матеріали мають сертифікати якості та позитивний висновок санітарно-епідеміологічної експертизи, відповідати критеріям і вимогам по

екологічному маркуванню, а також дозвіл Міністерства охорони здоров'я України на застосування в будівництві.

Цим проектом прийнято 2 типи конструкцій дорожнього одягу та окремо конструкції покриття на мостах та тротуарах:

Перший тип конструкції дорожнього одягу з узбіччям:

- Покриття з асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І.БМВ 60/90 по ДСТУ Б В.2.7-119:2011 (h = 0.06м);
- Армуючий геокомпозит Asphaltex Glass 50/50;
- Розлив бітумної емульсії 0.5 л/м² по ДСТУ 4044-2001;
- Шар з асфальтобетону АСГ.Кр.Щ.Б1.НП.І.БМВ 60/90 по ДСТУ Б В.2.7-119:2011 (h = 0.05м);
- Розлив бітумної емульсії 0.7 л/м² по ДСТУ 4044-2001;
- Шар з щебенево-піщаної суміші С-7 - (h = 0.05м);
- Існуюча основа.



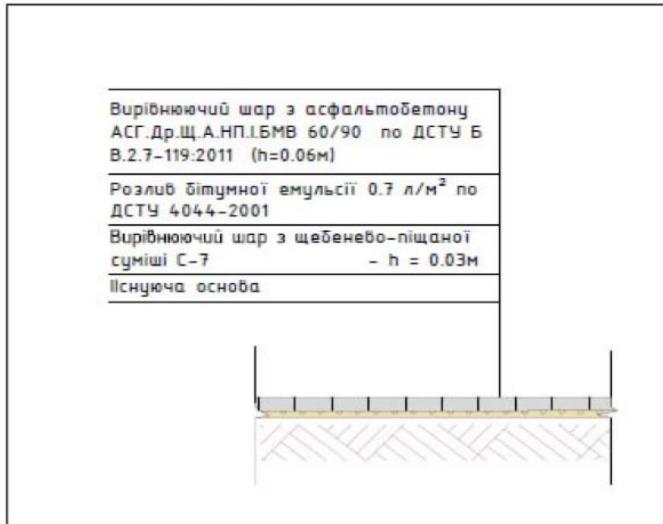
Узбіччя дороги приймаємо з гранітного щебеню М1000 фр.20-40мм за ДСТУ Б В.2.7.-30:2013 (53%) та зрізом з асфальтобетону (47%)

Другий тип конструкції дорожнього одягу на примиканнях зі шлаку:

- Шар з асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І.БМВ 60/90 по ДСТУ Б В.2.7-119:2011 (h = 0.06м);
- Розлив бітумної емульсії 0.7 л/м²;
- Шар з щебенево-піщаної суміші С-7 - (h = 0.03м);
- Існуюча основа.

Узбіччя дороги приймаємо з гранітного щебеню М1000 фр.20-40мм за ДСТУ Б В.2.7.-30:2013 (53%) та зрізом з асфальтобетону (47%).

Конструкція автодороги (Тип 2) на примиканнях до шлакового покриття



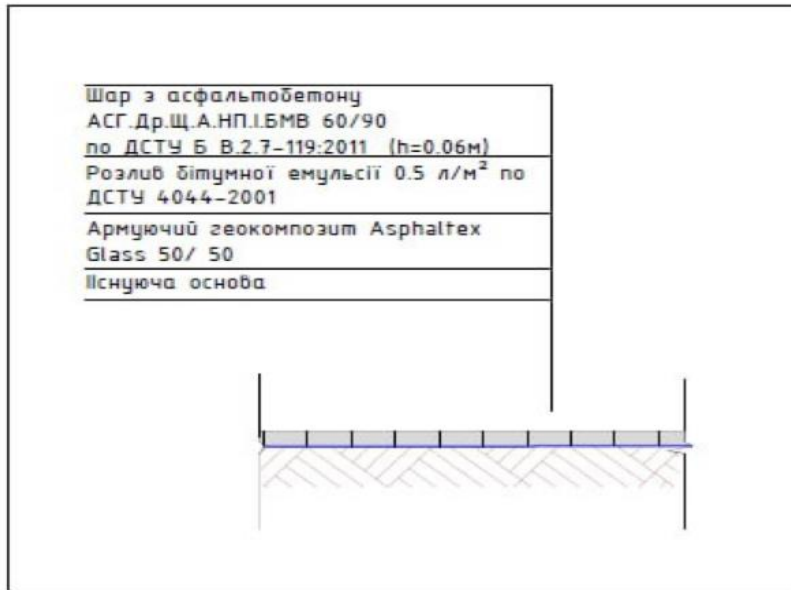
Тип конструкції дорожнього одягу на мостах:

- Армуючий геокompatит Asphaltex Glass 50/50;
- Розлив бітумної емульсії 0.5 л/м²;
- Шар з асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І.БМВ 60/90 по ДСТУ Б В.2.7-119:2011 (h = 0.06м);

Тип конструкції дорожнього одягу на тротуарах:

- Основа з гранітного щебеню М1000 фр.20-40мм за ДСТУ Б В.2.7-30:2013 (h=0.15м)

Конструкція автодороги (Тип 3) на мостах



Виконання робіт реконструкція дорожнього покриття відносяться до лінійних споруджень інженерно-транспортної інфраструктури місцевого рівня.

При визначенні класу наслідків враховані:

- Закон України від 17.02.2011 р. №3038 - VI "Про регулювання містобудівної діяльності";
- Закон України від 08.09.2005 р. №2862 - IV "Про автомобільні дороги".
- Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності»;
- ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ;
- ДБН А.2.2-3:2012 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»;
- ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» зі зміною №1;
- ГБН В.2.3-37641918-552:2015 «Автомобільні дороги. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів дорожнього будівництва»;
- ДБН В.2.3-5-2001 «Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів».

Відповідно до ДСТУ В. 1.2-16-2013 таблиці 1, клас наслідків (відповідальності) для цього об'єкту СС2, - середні наслідки.

Дорога загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області за матеріалами генерального плану являється дорогою місцевого значення, вихідну інтенсивність – до 500 приведених одиниць транспорту. Крім того, територія, що підлягає реконструкції, визначена як населений пункт з максимальною швидкістю руху транспорту до 50 км/год.

На підставі ДБН В.2.3-4:2015, п.4.1 визначено категорію дороги загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області і за технічною специфікацією. При розрахунковій середньорічній добовій перспективній інтенсивності руху - 597 приведених одиниць транспорту, дорогу віднесено до IV категорії.

Визначаємо час проїзду транспортних засобів по об'єкту реконструкції при розрахунковій швидкості відповідно. Для розрахунку приймаємо розрахункову швидкість руху одиничного легкового автомобіля, яка складає в населеному пункті 50 км/год (834 м/хв). Протяжність проїзної частини дороги загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області в межах ділянки виконання робіт складає близько 15.23 км. Час проїзду транспортного засобу визначено за формулою А.3, ГБН В.2.3-37641918-552:2015:

Кількість транспортних засобів, які можуть одночасно перебувати на об'єкті дорожнього будівництва, визначено за формулою А.2 ГБН В.2.3-37641918-552:2015:

- усереднена кількість осіб у приведеному транспортному засобі (Впр.) визначено за формулою А.4 ГБН В.2.3-37641918-552:2015:

- де Вл, Вв, Ва – середня кількість людей відповідно у легковому, вантажному автомобілі та автобусі (осіб). Прийнято Вл = 3 особи, Вв = 2 особи, Ва=17 осіб;

- Іл, Ів, Іа – розрахункова середньорічна добова перспективна інтенсивність руху за транспортними засобами. Прийнято відсоток легкових транспортних засобів Кл – 85%, Кв = 10%, Ка – 5% тоді Іл = 507 авт./доб., Ів = 60 авт./доб, Іа=30 авт./доб.

Кількість осіб за характеристикою «можлива небезпека для здоров'я і життя людей в автомобілях, які постійно перебувають на об'єкті Nn, визначено за формулою А.1 ГБН В.2.3-37641918-552:2015:

При розрахунковій інтенсивності руху велосипедистів на веломаршруті протяжністю 15.23 км до 6 велосипедів за годину одночасне їх перебування на маршруті складає до 2 одиниці. Розрахункова інтенсивність руху пішоходів по мережі пішохідних шляхів до 10 осіб/годину, при одночасному перебуванні до 5-х осіб.

Сумарна одночасна кількість людей, які перебувають на вулиці постійно (автомобілісти+велосипедисти+пішоходи) складає $20+2+5=27$ осіб.

1. Таким чином, за кількістю осіб, які постійно перебувають на об'єкті «Реконструкція автомобільної дороги загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області» належить до класу наслідків (відповідальності) СС1.

2. Вартість об'єкту «Реконструкція автомобільної дороги загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області» у відповідності до кошторису складає 105973,99201 тис. грн. Прогнозовані збитки можливо визначити за наступною формулою, враховуючи, що об'єкт має невиробниче призначення:

$$\Phi = \sum_{i=1}^n P_i = 0,225 \cdot 105973,99201 = 5364,93333 \text{ тис.грн.}$$

Визначення припустимого економічного збитку для класу відповідальності СС1:

$$150000 \cdot 3723 \text{ тис.грн} = 56000,00 \text{ тис.грн}$$

Таким чином, визначена сума не перевищує обсяг припустимого економічного збитку для класу наслідків (відповідальності) СС1

Об'єкт не є об'єктом культурної спадщини і не впливає на функціонування таких об'єктів.

3. Припинення функціонування об'єкту транспортної інфраструктури може спричинити наслідки місцевого рівня. За цією ознакою об'єкт належить до класу наслідків (відповідальності) СС1.

4. У відповідності до постанови Кабінету Міністрів України від 28.08.2013 №808 «Про затвердження переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку» об'єкт не належить до переліку таких об'єктів.

5. Реконструкція автомобільної дороги передбачається виконувати в звичайних інженерно-геологічних умовах за відсутності таких ускладнюючих умов як сейсмічність та ін.

За критеріями загальних вимог Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013, ГБН В.2.3-37641918-552:2015, а також наведених розрахунків об'єкт «Реконструкція автомобільної дороги загального користування місцевого значення О041106 Зелене – Богданівка – Богуслав км 18+600 – км 33+830 Павлоградського району Дніпропетровської області», належить до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Поздовжній профіль

Фактичні відмітки покриття уточнити по місцю.

Керівні робочі відмітки прийняті виходячи з умов існуючого рельєфу та мінімального об'єму земляних робіт.

Поперечний профіль

Поперечні профілі вулиці прийняті відповідно до ДБН В. 2.3-4:2015 "Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ". Будівництво». Цим проектом прийнятий поперечний профіль ширини проїжджих частин по існуючому покриттю, що відповідає прийнятій категорії дороги з односкатним

та двоскатним поперечним ухилом 20‰, керуючись обмеженими умовами, що склалися.

3.3 Основні техніко-економічні показники

Основні економічні та технічні характеристики автомобільної дороги включають такі параметри, як класифікація дороги, її загальна довжина, ширина узбіччя та земляного покриття, а також максимальний та мінімальний радіуси кривих. Інші важливі аспекти включають матеріал, що використовується для покриття дорожньої поверхні та інші фактори, представлені в таблиці 4.1.

Обсяги робіт з будівництва та монтажу можна знайти в додатку В.

Таблиця 4.1 – Основні техніко-економічні показники

Показники	Одиниця виміру	Кількість
Вид будівництва	Реконструкція	
Категорія дороги	IV	
Довжина	км	15, 23
Ширина узбіччя	шт	2
Розрахункова швидкість руху	км/год	50
Тип дорожнього одягу		капітальний
Матеріал покриття проїзної частини		асфальтобетон
Поперечний ухил проїзної частини	‰	
Поперечний ухил узбіччя	‰	20
Максимальний поздовжній ухил	‰	80
Мінімальний поздовжній похил	‰	
Максимальний радіус кривих в плані	м	100
Мінімальний радіус випуклої кривої	м	2000

Мінімальний радіус увігнутої кривої	м	700
Тривалість будівництва	місяців	6
Кошторисна вартість в поточних цінах складає	тис.грн.	186981,518

Для забезпечення легкого руху маломобільних груп населення передбачено створення тротуарів шириною 1,8 метра. Додатково, для комфортного пересування влаштовують пандуси, які вирівнюються з рівнем проїзної частини, що дозволяє безперешкодно переміщатись до/з зупинок громадського та приміського транспорту, а також на пішохідних переходах. Окрім того, звертається увага на прилеглу територію.

Для забезпечення безперешкодного проходу для людей з вадами зору, пішохідні шляхи і тротуари не повинні мати виступаючих куців зелених насаджень або нависаючих гілок дерев, вивісок та інших об'єктів, які розташовані нижче 2,10 метра.

Порівняння 2 типів реконструкції дороги

Перший тип конструкції дорожнього одягу з узбіччям:

- Покриття з асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І.БМВ 60/90 по ДСТУ Б В.2.7-119:2011 (h = 0.06м);
- Армуючий геокомпозит Asphaltex Glass 50/50;
- Розлив бітумної емульсії 0.5 л/м² по ДСТУ 4044-2001;
- Шар з асфальтобетону АСГ.Кр.Щ.Б1.НП.І.БМВ 60/90 по ДСТУ Б В.2.7-119:2011 (h = 0.05м);
- Розлив бітумної емульсії 0.7 л/м² по ДСТУ 4044-2001;
- Шар з щебенево-піщаної суміші С-7 - (h = 0.05м);
- Існуюча основа.

Другий тип конструкції дорожнього одягу на примиканнях зі шлаку:

- Шар з асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І.БМВ 60/90 по ДСТУ Б В.2.7-119:2011 (h = 0.06м);

- Розлив бітумної емульсії 0.7 л/м²;
- Шар з щебенево-піщаної суміші С-7 - (h = 0.03м);
- Існуюча основа.

Узбіччя дороги приймаємо з гранітного щебеню М1000 фр.20-40мм за ДСТУ Б В.2.7.-30:2013 (53%) та зрізом з асфальтобетону (47%).

Згідно з кошторисного розрахунку вартість одного метру в прямих затратах дорівнює:

Перший тип :

$$75\ 050\ 328,76 : 79\ 718 = 941,45 \text{ грн/м}^2$$

Другий тип:

$$351\ 274,79 : 730 = 481,20 \text{ грн/м}^2$$

3.4 Заходи забезпечення безпеки дорожнього руху

Забезпечення безпеки дорожнього руху та організація руху транзитного транспорту на період будівництва виконується згідно СОУ 45.2-018112-006:2006 «Безпека дорожнього руху. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг».

Проект включає в себе заходи з метою покращення безпеки на дорозі, такі як:

- Нормалізація параметрів проїзної частини.
- Укладення твердого покриття на проїзній частині.
- Встановлення бар'єрного огороження на штучних спорудах та на насипах, висота якого перевищує 2 метри.
- Встановлення дорожніх знаків.
- Нанесення дорожньої розмітки.
- Встановлення ВРД (Вставка розмічальна дорожня)
- Влаштування металевого бар'єрного огороження.
- Влаштування штучного перешкоди “Лежачі поліцейські”

Острівцець напрямний, який передбачений у проекті, відповідає таким параметрам: Має ширину не менше 2 метрів, достатньо для велосипедистів та батьків із колясками.

- Поверхня не має ковзання.
- Обладнаний захисними стовпчиками на краях.
- Прилягаючі смуги зменшені до 3,25 метрів, що робить рух із швидкістю 80 км/год не комфортним, але при швидкостях 40-60 км/год забезпечує достатню зручність.

4. Охорона праці

При виконанні робіт було виконані вимоги ДНАОП 5.1.14 – 1.01 – 96 "Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства", ДБН А.3.1 – 5 – 96 "Організація будівельного виробництва" та інші нормативно-правові акти і стандарти, що регулюють охорону праці, пожежну та електричну безпеку, виробничу санітарію та охорону праці в будівництві.

Усі роботи з будівництва та ремонту автомобільних доріг виконувалися лише при наявності затверджених проектів організації будівництва і виконання робіт, робочих креслень.

Згідно із Законом України "Про охорону праці", всі працівники проходили інструктаж з питань охорони праці та надання першої допомоги. Працівники, які працювали з підвищеною небезпекою, або де потрібні були професійні навички, проходили попереднє спеціальне навчання та щорічну перевірку знань відповідних нормативних документів.

Допуск до роботи без навчання, інструктажу та перевірки знань у галузі охорони праці заборонялось. Періодичність навчання та перевірок знань також регулюється Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.

Перед початком робіт з влаштування дорожнього одягу необхідно вжити наступних заходів та рекомендацій:

- Обладнати ділянку виконання робіт технічними засобами для організації дорожнього руху відповідно до "Інструкції по забезпеченню безпеки дорожнього руху в місцях проведення робіт" ІНУВ 3.2 – 218 – 051 – 95.

- Встановити безпечну зону для дорожніх робітників.
- Скласти схему заїзду та виїзду автомобілів-самоскидів з зони робіт.

Технічні засоби організації дорожнього руху повинні бути встановлені організаціями, які виконують ці роботи.

У темний період доби місце укладання асфальтобетонної суміші повинне бути обладнане відповідно до ГОСТ 12.1.0.46 – 85 "Строительство. Нормы освещения строительных площадок".

Під час укладання розподільником щебеню в основу дорожнього покриття на насипах забороняється під'їжджати до бровки земляного полотна ближче 10 м.

При виконанні робіт дорожні робітники та інші особи повинні, по можливості, знаходитися з повітряного боку від працюючих машин (авто бітумовозів, авто гудронаторів, ґрунтозмішувальних машин, дорожніх фрез).

При розвантаженні асфальтобетонної суміші в бункер асфальтоукладчика треба дотримуватися таких заходів безпеки:

- Самоскиди, що доставили суміш, повинні зупинятися за вказівкою бригадира по осі смуги проїзної частини, на відстані 4-5 м від укладеної суміші. Після повної зупинки самоскида, робітник вимірює температуру суміші не піднімаючись у кузов.

- Подавати автомобіль-самоскид на розвантаження дозволяється тільки по сигналу машиніста асфальтоукладача.
- Перед початком руху заднім ходом водій автомобіля зобов'язаний подати звуковий сигнал.
- При вивантаженні суміші з автомобіля в бункер працюючим треба знаходитися не ближче 1 м.

При роботі асфальтоукладчиків і котків забороняється:

- Знаходитися стороннім особам у зоні дії робочих органів.
- Ходити на майданчику управління до повної зупинки машини.
- Регулювати роботу ущільнювальних органів.
- Залишати без нагляду машини з працюючим двигуном.
- Рекомендувати шнеки, живильники та інші механізми.

При укладанні чорних і асфальтобетонних сумішей робітники повинні бути одягнуті у спецодяг, спецвзуття для роботи з гарячими матеріалами та сумішами та мати рукавиці, що передбачені галузевими нормами.

Дорожні робітники при укладанні асфальтобетонних, чорних покриттів і основ повинні зверху спецодягу одягати яскраві сигнальні жилети.

При роботі з асфальтобетонною сумішшю, що містить поверхнево-активні речовини та активатори, необхідно користуватися герметичними окулярами та універсальними респіраторами.

Лінії безпеки та розділювальні смуги на покриттях проїзної частини автомобільних доріг наносять відповідно до стандарту ДСТУ 2587-94 "Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування". Місце виконання робіт обладнано технічними засобами для організації дорожнього руху, дотримуючись вимог "Інструкції по забезпеченню безпеки дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт" (ІНУВ 3.2-218-051-95).

Під час використання нітрофарб під час нанесення ліній на дорожньому покритті робітники використовують комбінезони, гумові рукавиці, захисні окуляри і респіратори. Усі працівники, які мають справу з фарбою, проходять інструктаж з властивостей матеріалів і безпечних методів роботи.

Бригада, що виконує роботи з фарбування смуг розмітки, повинна мати аптечку для надання першої медичної допомоги.

Під час експлуатації дорожніх машин слід дотримуватися наступних заборон:

- Заборонено перебування сторонніх осіб в зоні дії машини, а також на її площадці управління, рамі, або робочих органах, кожухах.
- Заборонено заходити або сходити з площадки управління під час руху.
- Заборонено відчіпляти причіпну машину до повної зупинки тягача.
- Заборонено оглядати колеса та вилучати предмети, які застрягли між покришками під час руху.

Під час руху дорожніх машин (за винятками машин на базі автомобільного шасі) на підйом і спуск рекомендується уникати переключення передач.

Заборонено рух і робота на косах і косогорах із крутизною більше допустимого кута для даного типу машин. Рух дорожніх машин на спусках повинен відбуватися на першій передачі з обов'язковим застосуванням гальм.

При влаштуванні насипу відстань від краю гусениці (колеса) до бровки земляного полотна повинна бути не менше 1 метра. Причепи (напівпричепи) повинні використовуватися лише з тим тягачем, який вказаний у паспорті причепа.

Під час робіт в нічний час самохідні і причепні агрегати повинні бути обладнані:

- лобовим та загальним освітленням для забезпечення достатньої видимості шляху;
- освітленням робочих органів та механізмів управління;
- заднім сигнальним світлом;
- аварійним освітленням.

Висновок

У магістерській роботі було здійснено обґрунтування параметрів реконструкції автомобільної дороги з метою підвищення рівня безпеки та відповідності європейським стандартам. Зокрема, розглядаються два варіанти проекту – реконструкція ділянки.

Застосування аналізу графіків аварійності дозволило об'єктивно порівняти обидва варіанти. Радіуси кривих виявилися ключовими параметрами, вплив яких суттєво визначає безпеку руху на дорозі.

В ході дослідження були враховані основні принципи Транспортної стратегії України, спрямованої на підвищення інфраструктурного рівня та використання новітніх технологій у будівництві та проектуванні автомобільних доріг. Порівняльний аналіз виконання реконструкції ділянки дороги в існуючих межах та з уположенням кривих було проведено з метою підвищення рівня безпеки руху.

Особлива увага приділяється визначенню оптимальних параметрів кривих, з урахуванням радіусів та їх впливу на безпеку дорожнього руху. Застосування нових конфігурацій траси дозволило зменшити середній коефіцієнт аварійності, що свідчить про позитивний вплив реконструкції на безпеку автотранспорту.

Отримані результати свідчать про можливість суттєвого впливу на показники аварійності та безпеки руху під час обґрунтування проектних рішень при реконструкції ділянок автомобільних доріг.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. І. О. Кондрюкова, Н. А. Пужайло. Застосування перехідних кривих при проектуванні з'їздів автомобільних доріг // Автошляховик України. - 2015. - № 1-2.
2. Г. А. Плехова, О. Г. Холева. Моделювання геометричних профілів при проектуванні швидкісних доріг з урахуванням технологічних обмежень // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. - 2013. - Вип. 5.
3. Споруди транспорту. Автомобільні дороги Частина І. Проектування, Частина ІІ Будівництво: ДБН В.2.3-4:2007 / затв. Мінрегіонбудом України 31.10.2007 р. № 292 / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – 2007.
4. Автомобильные дороги: СНиП 2.05.02-85* / затв. Госстрой СССР 09.06.1988 р. № 106 / Государственный комитет СССР по делам строительства. – 1988.
5. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» зі зміною №1;
6. - ГБН В.2.3-37641918-552:2015 «Автомобільні дороги. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів дорожнього будівництва»;
7. ДБН А.3.1 – 5 – 96 "Організація будівельного виробництва"
8. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова, щодо проведення земляних робіт та улаштування основ споруд та фундаментів».
9. ДСТУ-Н Б В.2.5-68-2012 «Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації».
10. ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення».
11. ДБН В. 2.3-4:2015 "Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ". Будівництво».

12. СОУ 45.2-018112-006:2006 «Безпека дорожнього руху. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг»

13. Інструкції по забезпеченню безпеки дорожнього руху в місцях проведення робіт" ІНУВ 3.2 – 218 – 051 – 95.

14. ДСТУ 2587-94 "Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування"

15. Інструкції по забезпеченню безпеки дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт" (ІНУВ 3.2-218-051-95)

16. ДСТУ 2587-94 "Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування"

ДОДАТОК А

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 прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби, авт/добу.	40
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:

133666 авт.

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

40.08 авт/добу

де усереднений коефіцієнт суми:

27.975

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

*40.08 * 138.37 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, Qрозр/вісь кН	115.00
Тиск в шинах p, МПа	0.80
Діаметр штамп D, м	0.3450

Визначення параметрів розрахункового навантаження:

Розрахунок динамічного навантаження:

$$= 57.50 * 1.3 = 74.75 \text{ кН}$$

Розрахунок діаметра штампу:

$$== 0.3450 \text{ м}$$

5. Конструкція дорожнього одягу

Таблиця 2. Конструкція дорожнього одягу

№ шару	Найменування матеріалу шару	Товщина шару, см	Модуль пружності, МПа	Середнє значення межі міцності на розтяг при згині R, МПа	Коефіцієнт m	Коефіцієнт Кпр	Вологість, Wp, частки од.	Коефіцієнт КЗ	Зчеплення, С, МПа	Кут внутрішнього тертя, F, град	Щільність, р, кг/куб.м.					
		Мінімальна, hmin	Максимальна, hmax	Пружний прогин, E	Зсув, Езс	Згин, Ер					ди	ст	ди	ст		
												мік	ат	мік	ат	
												а	а	а	а	
1	Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів, Тип А	5.0	5.0	5000	3000	5500	12.00	6.50	2.90	-	-	-	-	-	-	24000
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І	10.0	10.0	3200	900	4500	9.80	5.50	4.00	-	-	-	-	-	-	24000
3	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М20	21.0	21.0	400	-	400	0.500	-	-	-	-	-	-	-	-	20000
4	Щебенево-піщана суміш С7	15.0	15.0	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000

																			0
5	Замірний модуль	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

1) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщана суміш С7

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

$$= 0.11; = 0.43; 0.227; = 0.227 * 220.00 = 49.89 \text{ МПа};$$

2) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщани суміші, укріплені цементом М20

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

$$= 0.12; = 0.61; 0.291; = 0.291 * 400.00 = 116.31 \text{ МПа};$$

3) Розрахунок виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І

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

$$= 0.04; = 0.29; 0.069; = 0.069 * 3200.00 = 222.07 \text{ МПа};$$

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

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

$$= 0.04; = 0.14; 0.058; = 0.058 * 5000.00 = 289.98 \text{ МПа};$$

$$= = 1.5262$$

Необхідний коефіцієнт міцності = 1.29

1.5262 > 1.29 - умова виконана

Запас міцності = = +18%

Розрахунок конструкції дорожнього одягу на опір монолітних шарів

втомного руйнування від розтягу при згині.

1) Розрахунок на згин виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б,

Марка І

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$= = 4833.33 \text{ МПа}$$

За відношеннями: = = 41.555 и = = 0.43

За номограми визначаємо: = 2.562 МПа

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$= 2.562 * 0.80 * 0.85 = 1.742 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$= 8.761 * 0.95 * 0.85 * 0.468 = 3.309 \text{ МПа}$$

*де = 9.80 * (1 - 1.06 * 0.10) = 8.761 МПа*

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантажень у нерозрахунковий період, Ккп:

$$= 0.468$$

$$= = 1.8997$$

Необхідний коефіцієнт міцності = 1.27

1.8997 > 1.27 - умова виконана

Запас міцності = = +49%

Розрахунок за умовою згину монолітних основ (напівжорстких).

1) Розрахунок на згин виконується для шару Щебенево-піщани суміші, укріплені цементом М20

Модуль пружності верхнього шару моделі обчислюють як середньозважений

$$= 4833.33 \text{ МПа}$$

Визначаємо значення розрахункового монолітного шару:

$$= 400.00 \text{ МПа}$$

Визначаємо еквівалентний модуль однорідного напівпростору під розрахунковим шаром:

$$= 49.89 \text{ МПа}$$

За відношеннями: $= 12.083$, $= 8.018$ и $= 1.04$

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

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$= 0.232 * 0.80 * 1.0 = 0.186 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$= 0.500 \text{ МПа}$$

$$= 2.6907$$

Необхідний коефіцієнт міцності $= 1.27$

$2.6907 > 1.27$ - умова виконана

Запас міцності $= +111\%$

Таблиця 3. Характеристики міцності конструкції дорожнього одягу.

№ шару	Найменування матеріалу шару	Розрахункова 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, Gr, 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	5.0	290	Пружний прогин	1.53	+18%	-	-	-	-	-

2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка I	10.0	222	Розт яг	1.90	+49%	-	-	3.309	1.7 42	-	-
3	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М20	21.0	116	Розт яг	2.69	+111%	-	-	0.500	0.1 86	-	-
4	Щебенево-піщана суміш С7	15.0	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Замірний модуль	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумар на товщи на констр укції:	51.0	Підсум кова вартість констру кції:	-									

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 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 прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби, авт/добу.	40
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:
133666 авт.*

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

40.08 авт/добу

де усереднений коефіцієнт суми:

27.975

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

*40.08 * 138.37 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, Qрозр/вісь кН	115.00
Тиск в шинах p, МПа	0.80
Діаметр штампа D, м	0.3450

Визначення параметрів розрахункового навантаження:

Розрахунок динамічного навантаження:

*= 57.50 * 1.3 = 74.75 кН*

Розрахунок діаметра штампу:

== 0.3450 м

5. Конструкція дорожнього одягу

Таблиця 2. Конструкція дорожнього одягу

№ ш а р у г	Найменування матеріалу шару	Товщина шару, см	Модуль пружності, МПа	Середнє значення межі міцності на розтяг при згині R, МПа	Коефіцієнт m	Коефіцієнт Кпр	Вологість, Wp, частки од.	Коефіцієнт КЗ	Зчеплення, С, МПа	Кут внутрішнього тертя, F, град	Щільність, р, кг/куб.м.					
											Мінімальна, hmin	Максимальна, hmax	Пружний прогин, E	Зсув, Езс	Згин, Ер	ди на мік а
1	Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів, Тип А	5.0	5.0	5000	3000	5500	12.00	6.50	2.90	-	-	-	-	-	-	24000
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І	10.0	10.0	3200	900	4500	9.80	5.50	4.00	-	-	-	-	-	-	24000
3	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М20	21.0	21.0	400	-	400	0.500	-	-	-	-	-	-	-	-	20000

4	Щебенево -піщана суміш С7	15.0	15.0	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 0 0 0
5	Замірний модуль	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

1) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщана суміш С7

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

$$= 0.11; = 0.43; 0.227; = 0.227 * 220.00 = 49.89 \text{ МПа};$$

2) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщани суміші, укріплені цементом М20

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

$$= 0.12; = 0.61; 0.291; = 0.291 * 400.00 = 116.31 \text{ МПа};$$

3) Розрахунок виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І

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

$$= 0.04; = 0.29; 0.069; = 0.069 * 3200.00 = 222.07 \text{ МПа};$$

4) Розрахунок виконується для шару Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластоластів, Тип А

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

$$= 0.04; = 0.14; 0.058; = 0.058 * 5000.00 = 289.98 \text{ МПа};$$

$$= = 1.5262$$

Необхідний коефіцієнт міцності = 1.29

1.5262 > 1.29 - умова виконана

Запас міцності = = +18%

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

1) Розрахунок на згин виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І

Марка І

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$= = 4833.33 \text{ МПа}$$

За відношеннями: = = 41.555 и = = 0.43

За номограмі визначаємо: = 2.562 МПа

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$= 2.562 * 0.80 * 0.85 = 1.742 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$= 8.761 * 0.95 * 0.85 * 0.468 = 3.309 \text{ МПа}$$

де = 9.80 * (1 - 1.06 * 0.10) = 8.761 МПа

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантаження у нерозрахунковий період, Ккп:

$$= 0.468$$

$$= = 1.8997$$

Необхідний коефіцієнт міцності = 1.27

1.8997 > 1.27 - умова виконана

Запас міцності = = +49%

Розрахунок за умовою згину монолітних основ (напівжорстких).

1) Розрахунок на згин виконується для шару Щебенево-піщани суміші, укріплені цементом М20

Модуль пружності верхнього шару моделі обчислюють як середньозважений

$$= = 4833.33 \text{ МПа}$$

Визначаємо значення розрахункового монолітного шару:

$$= 400.00 \text{ МПа}$$

Визначаємо еквівалентний модуль однорідного напівпростору під розрахунковим шаром:

$$= 49.89 \text{ МПа}$$

За відношеннями: = = 12.083, = = 8.018 и = = 1.04

За номограмі визначаємо: = 0.232 МПа

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$= 0.232 * 0.80 * 1.0 = 0.186 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$= 0.500 \text{ МПа}$$

$$= = 2.6907$$

Необхідний коефіцієнт міцності = 1.27

2.6907 > 1.27 - умова виконана

Запас міцності = = +111%

Таблиця 3. Характеристики міцності конструкції дорожнього одягу.

№ шару г	Найменування матеріалу шару	Розрахункова 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, Гг, 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	5.0	290	Пружний прогин	1.53	+18%	-	-	-	-	-
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І	10.0	222	Розтяг	1.90	+49%	-	-	3.309	1.742	-
3	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М20	21.0	116	Розтяг	2.69	+111%	-	-	0.500	0.186	-
4	Щебенево-піщана суміш С7	15.0	50	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Замірний модуль	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумарна товщина	51.0	Підсумкова вартість конструкції:									

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 1

1. Кліматичні характеристики

Дорожньо-кліматична зона	3
Підзона	У III Р.9
Схема зволоження робочого шару	2
Кількість розрахункових діб у році, діб	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, авт/добу.	40
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: 133666 авт.

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

40.08 авт/добу

де усереднений коефіцієнт суми:

27.975

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

$40.08 * 138.37$ 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, Qрозр/вісь кН	115.00
Тиск в шинах p, МПа	0.80
Діаметр штампa D, м	0.3450

Визначення параметрів розрахункового навантаження:

Розрахунок динамічного навантаження:

$= 57.50 * 1.3 = 74.75$ кН

Розрахунок діаметра штампy:

$= 0.3450$ м

5. Конструкція дорожнього одягу

Таблиця 2. Конструкція дорожнього одягу

№ шару	Найменування матеріалу шару	Товщина шару, см	Модуль пружності, МПа	Середнє значення межі міцності на розтяг при згині R, МПа	Коефіцієнт m	Коефіцієнт Kпр	Вологість, Wp, частки од.	Коефіцієнт K3	Зчеплення, C, МПа	Кут внутрішнього тертя, F, град	Щільність, p, кг/куб.м.				
												Мінімальна, hmin	Максимальна, hmax	Пружний прогин, E	Зсув, Eзс
												динаміка	статика	динаміка	статика

1	Асфальто полімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів, Тип А	5.0	5.0	500 0	300 0	550 0	12.0 0	6.50	2.90	-	-	-	-	-	-	2 4 0 0
2	Асфальто бетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І	10.0	10.0	320 0	900	450 0	9.80	5.50	4.00	-	-	-	-	-	-	2 4 0 0
3	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М20	21.0	21.0	400	-	400	0.50 0	-	-	-	-	-	-	-	-	2 0 0 0
4	Щебенево-піщана суміш С7	15.0	15.0	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 0 0 0
5	Замірний модуль	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

1) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщана суміш С7

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

$$= 0.11; \quad = 0.43; \quad 0.227; \quad = 0.227 * 220.00 = 49.89 \text{ МПа};$$

2) Розрахунок виконується для шару Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М20

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

$$= 0.12; \quad = 0.61; \quad 0.291; \quad = 0.291 * 400.00 = 116.31 \text{ МПа};$$

3) Розрахунок виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І

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

$$= 0.04; \quad = 0.29; \quad 0.069; \quad = 0.069 * 3200.00 = 222.07 \text{ МПа};$$

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

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

$$= 0.04; \quad = 0.14; \quad 0.058; \quad = 0.058 * 5000.00 = 289.98 \text{ МПа};$$

$$= = 1.5262$$

Необхідний коефіцієнт міцності $= 1.29$

$1.5262 > 1.29$ - умова виконана

Запас міцності $= = +18\%$

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

1) Розрахунок на згин виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І

Марка І

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$= = 4833.33 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями: } = = 41.555 \quad \text{и} \quad = = 0.43$$

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

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$= 2.562 * 0.80 * 0.85 = 1.742 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$= 8.761 * 0.95 * 0.85 * 0.468 = 3.309 \text{ МПа}$$

$$\text{де } = 9.80 * (1 - 1.06 * 0.10) = 8.761 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантаження у нерозрахунковий період, Ккп:

$$= 0.468$$

$$= = 1.8997$$

Необхідний коефіцієнт міцності = 1.27

1.8997 > 1.27 - умова виконана

Запас міцності = = +49%

Розрахунок за умовою згину монолітних основ (напівжорстких).

1) Розрахунок на згин виконується для шару Щебеневопошанні суміші, укріплені цементом М20

Модуль пружності верхнього шару моделі обчислюють як середньозважений

$$= = 4833.33 \text{ МПа}$$

Визначаємо значення розрахункового монолітного шару:

$$= 400.00 \text{ МПа}$$

Визначаємо еквівалентний модуль однорідного напівпростору під розрахунковим шаром:

$$= 49.89 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями: } = = 12.083, = = 8.018 \text{ и } = = 1.04$$

За номограмі визначаємо: = 0.232 МПа

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$= 0.232 * 0.80 * 1.0 = 0.186 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$= 0.500 \text{ МПа}$$

$$= = 2.6907$$

Необхідний коефіцієнт міцності = 1.27

2.6907 > 1.27 - умова виконана

Запас міцності = = +111%

Таблиця 3. Характеристики міцності конструкції дорожнього одягу.

№ шару г	Найменування матеріалу шару	Розрахункова 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, Gr, 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	5.0	290	Пружний прогин	1.53	+18%	-	-	-	-	-	-

	основі термоеластопластів, Тип А											
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип Б, Марка І	10.0	222	Розт яг	1.90	+49%	-	-	3.309	1.7 42	-	-
3	Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М20	21.0	116	Розт яг	2.69	+111%	-	-	0.500	0.1 86	-	-
4	Щебенево-піщана суміш С7	15.0	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Замірний модуль	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумар на товщи на констр укції:	51.0	Підсум кова вартість констру кції:										

6. Інформація

* Розрахунок виконаний. Зауважень немає.