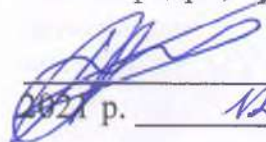


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Український державний університет науки і технологій**

**ДО ЗАХИСТУ**

зав. кафедри, професор

 О. Л. Тютькін  
2021 р. 12 «04»

Навчально-науковий центр: Організація та експлуатація доріг

**ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**  
на здобуття ОС «магістр»



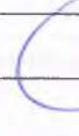
**Галузь** 19 – Архітектура та будівництво

**Спеціальність** 192 – Будівництво та цивільна інженерія

**Освітня програма** Автомобільні дороги та аеродроми

**Тема:** Розробка заходів для підвищення надійності дорожнього покриття при реконструкції автодороги

**Theme:** Development of measures to increase the reliability of the road surface during the reconstruction of the highway

	(посада)	(підпис)	(ПІБ)
Керівник дипломної магістерської роботи	старший викладач		Лужицький О.Ф.
Консультант	асистент		Хмелевська Н.П.
Нормоконтролер	ст. викладач		Байдак С.Ю.
Студент групи	ДА 2026		Сучков О.В.
Student	DA 2026		Suchkov O.

Дніпро

2021

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій  
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

**ДОВІДКА**

**про відсутність плагиату у випускній кваліфікаційній роботі**

За результатами перевірки випускної кваліфікаційної роботи (ВКР)  
здобувача вищої освіти освітнього ступеня (ОС) «магістр»

Сучков Олексій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Розробка заходів для підвищення надійності дорожнього покриття при  
реконструкції втодороги

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР



(підпис)

Олег Лужицький

(прізвище, ім'я, по батькові)

Дніпровський національний університет залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна

**Навчально-науковий центр:** Організація та експлуатація доріг

**Кафедра:** Транспортна інфраструктура

**Спеціальність:** Автомобільні дороги та аеродроми

**Затверджую:**

зав. кафедри

О. Л. Тютюкін

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

### **Завдання**

**до дипломної роботи на здобуття ОКР «магістр»  
студента групи ДА 2026 Сучкова Олексія Вікторовича**

**1. Тема роботи:** Розробка заходів для підвищення надійності дорожнього покриття при реконструкції автодороги

Затверджена наказом по університету № 160 ст. від 06. 04.2021 р.

**2. Термін подання** студентом закінченої магістерської роботи – 17 грудня 2021 р.

### **3. Вихідні дані до проекту:**

Район проектування – <i>Кремінський</i>	Розрахункова швидкість, км/год: вантажних - <u>556</u> ; легкових <u>1143</u>
Початковий пункт – <i>Новоастрхань</i> км 93+500	Очікувана кількість транспортних одиниць: вантажних - <u>1000</u> ; легкових <u>3000</u>
Кінцевий пункт – км 101+000	Категорія дороги – за розрахунком
Довжина лінії, км – 7500	Кількість смуг руху - встановлюється
Керівний ухил, ‰ – за розрахунком	Конструкція дорожнього одягу - за розрахунком

### **4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:**

1. Мета роботи. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою	4. Дослідження надійності роботи автодорожнього покриття.
2. Вимоги і норми проектування нежорсткого дорожнього одягу.	5 Висновки та рекомендації.
3. Капітальний ремонт автомобільної дороги.	

<b>5. Консультанти:</b>			
<i>Найменування розділів магістерської роботи</i>	<i>Консультанти</i>	<i>Завдання</i>	
		<i>видав (дата, підпис)</i>	<i>прийняв до виконання (дата, підпис)</i>
1-2	Лужицький О.Ф.		
3-5	Лужицький О.Ф.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<i>№</i>	<i>Назва розділу магістерської роботи</i>	<i>Термін виконання розділу</i>	<i>Відсотки</i>	<i>Нар. підсум.</i>
1	<i>Мета роботи. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою</i>	<i>7 жовтня</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
2	<i>Вимоги і норми проектування нежорсткого дорожнього одягу.</i>	<i>18 жовтня</i>	<i>20</i>	<i>30</i>
3	<i>Капітальний ремонт автомобільної дороги.</i>	<i>01 листопада</i>	<i>30</i>	<i>60</i>
4	<i>Дослідження надійності роботи автодорожнього покриття.</i>	<i>15 листопада</i>	<i>25</i>	<i>85</i>
5	<i>Висновки та рекомендації.</i>	<i>17 грудня</i>	<i>15</i>	<i>100</i>

Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_ 2 вересня 2021 р.

Науковий керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Лужицький О.Ф.

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Сучков О.В.

## РЕФЕРАТ

Про дипломний проект: томів 1, сторінок \_76\_, рисунків \_18\_, таблиць \_11\_

Найменування роботи: Розробка заходів для підвищення надійності дорожнього покриття при реконструкції автодороги.

**Об'єкт досліджень** – процес роботи автодорожнього покриття.

**Предмет досліджень** – технічні показники в роботі автодорожнього покриття при проектуванні автомобільної дороги.

**Мета роботи** – розробка заходів для підвищення надійності роботи автодорожнього покриття. За результатами дослідження виконати розрахунки варіантів дорожнього одягу при виконанні реконструкції автомобільної дороги та дослідити їх надійність.

**Стисла характеристика роботи.**

Транспортна галузь України має розгалужену мережу автомобільних доріг що є однією з складових економіки. Автомобільний транспорт поряд з іншими видами транспорту країни виконує обіг промислової, сільськогосподарської продукції, потреби будівництва, задовольняє потреби населення в перевезеннях та туризмі. Однією з головних проблем пропускну здатності даної галузі є критичний стан автодорожнього покриття.

Для вирішення даного питання запропоновано один з видів капітального ремонту автомобільної дороги, оснований на регенерації існуючих шарів дорожнього одягу оброблених комплексним в'язучим. Ці заходи надають можливість забезпечити міцність, зсувостійкість автодорожнього покриття, за рахунок не великої вартості та зручності будівництва.

Розрахунки виконано на ЕОМ з застосуванням програм *AutoCADCivil3D, Microsoft Excel, Microsoft Word*.

**Ключові слова:** НАДІЙНІСТЬ ПОКРИТЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ПЛАН АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ, ЗСУВОСТІЙКІСТЬ АВТОДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>1. МЕТА РОБОТИ. ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ТЕМОЮ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Мета роботи .....	8
1.2 Об'єкт дослідження.....	8
1.3 Предмет дослідження.....	8
1.4 Огляд наукових досліджень за зазначеною темою .....	8
<b>2 ВИМОГИ І НОРМИ ПРОЕКТУВАННЯ НЕЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ .....</b>	<b>13</b>
2.1 Конструювання нежорсткого дорожнього одягу .....	13
2.2 Дренувальні шари .....	14
2.3 Щебеневі, гравійні, шлакові основи і покриття .....	17
2.4 Асфальтобетонні основи і покриття .....	18
<b>3 РЕКОНСТРУКЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ .....</b>	<b>21</b>
3.1 Вихідні дані та обстеження дороги.....	21
3.2 Проектні рішення.....	22
3.3 Вибір класу і форми розв'язки .....	26
3.4 Проектування розв'язки .....	27
3.5 Напрямні островці .....	28
3.6 Організація дорожнього руху .....	29
3.7 Проектування розв'язки V класу.....	29
3.8 Охорона навколишнього середовища .....	33
3.9 Основні техніко-економічні показники.....	33
3.10 Відомість будівельно-монтажних робіт .....	34
3.11 Організація будівництва.....	37
<b>4 ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ</b>	<b>39</b>
4.1 Вихідні дані до конструювання дорожнього одягу.....	39
4.2 Встановлення вихідних конструкцій для подальшого розрахунку дорожнього одягу.....	42

4.3 Розрахунок варіантів дорожнього одягу .....	46
4.4 Попередня конструкція дорожнього одягу .....	47
4.5 Обґрунтування вибору варіанту дорожнього одягу .....	55
<b>5. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....</b>	<b>59</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>60</b>

## ВСТУП

Традиційно основою інженерної діяльності в дорожньому секторі є проектування й будівництво нових автомобільних доріг. Однак якщо дорожня мережа вже практично сформувалася, то основна увага перемикається з будівництва нових доріг на реконструкцію, ремонт і утримання існуючої мережі доріг.

Ефективність безпечної експлуатації автомобільного транспорту значною мірою залежить від стану автомобільних доріг і, особливо, покриттів дорожніх одягів. Забезпечення якості й надійності автомобільних доріг - одна з основних проблем ефективного функціонування автодорожнього комплексу, яка повинна вирішуватися на етапах проектування, будівництва й експлуатації.

Під час експлуатації автомобільної дороги в результаті впливу природно-кліматичних факторів, характеристики будівельних матеріалів та постійного зростання інтенсивності руху зі швидкістю і вантажопід'ємністю автотранспортних засобів конструкція дорожнього одягу, навіть при дотриманні норм проектування та будівництва, втрачає поздовжню та поперечну рівність. В ній відбувається інтенсивне накопичення пластичних деформацій, в наслідок чого різко підвищується динамічний вплив від руху автомобілів на конструкцію дорожнього одягу та знижується безпека руху.

Щоб зберегти потрібні транспортні та експлуатаційні показники, зберігти цілісність конструкції і покриття, а також збільшити тривалість терміну служби автомобільної дороги важливо створити і використовувати відповідну раціональну модель дорожнього покриття, включивши всі аспекти, пов'язані з проектуванням, будівництвом, реконструкцією та експлуатацією автомобільних доріг. Висока вартість дорожнього будівництва та обмеженість ресурсів обумовлюють їх раціональний розподіл для забезпечення максимальної економічної ефективності.

Тому питання розробки заходів для підвищення надійності дорожнього покриття при реконструкції автодороги є досить актуальним.



# **1. МЕТА РОБОТИ. ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ТЕМОЮ.**

## **1.1 Мета роботи**

Метою роботи є розробка і обґрунтування заходів для підвищення надійності дорожнього покриття при реконструкції автомобільної дороги.

## **1.2 Об'єкт дослідження**

Об'єктом дослідження є процес роботи автодорожнього покриття.

## **1.3 Предмет дослідження**

Предметом дослідження є технічні показники в роботі автодорожнього покриття при проектуванні автомобільної дороги.

## **1.4 Огляд наукових досліджень за зазначеною темою**

Дослідження, оцінка та забезпечення надійності будь-якої складної технічної системи пов'язано із випадковою появою небажаних подій або відмов під час роботи системи і починається з сумісного аналізу розподілів його внутрішніх властивостей, зовнішніх умов та вимог, які пред'являються до неї. [1]

Основними причинами утворення рунувань дорожнього одягу є дія погодно-кліматичних факторів та транспортних навантажень, зміна властивостей матеріалів у часі, невідповідність капітальності конструкції дорожнього одягу рівню транспортного навантаження. [2].

Існуючі сучасні методи розрахунку конструкцій дорожнього одягу базуються на результатах дослідження напружено-деформованого стану шарів відомих вітчизняних вчених: О.К. Біруля, А.Г. Булавка, І.П. Гамеляк, К.Є. Єгорова, М.М. Іванова, Б.І Когана, М.Б. Корсунського, А.М. Кривіського, О.В. Марчука, С.І. Міховича, В.Г. Піскунова, А.К. Приварнікова, Б.С.Радовського, Р.М. Раппопорта, О.О. Рассказова, В.Я. Савенка, В.С. Сіпетова, К.С. Теренецького, Л.І. Федоренко, Ю.А. Шевлякова, О.Я. Шехтера, та зарубіжних вчених: Бурмістера, Джонса, Мергера, Шифмане та ін.

Різні аспекти забезпечення міцності та надійності дорожніх споруд

розглянуті в роботах Радовського Б.С., Куцмана О.М, Густелєва О.О, Павленко Н.В., Гамеляка І.П., Райковського Р.Ф., Дубик О.М, Якименко Я.М., Мішутіна А.В., Савенко В.Я., Левківської Л.В., Батракової А.Г., Грушан Є.В., Рейцена Є.О., Бусела О.В., Ходана Є.П., Нагайчука В.М., Веренько В.А., Каменчукова О.В., Денисенко Д.О., Шевчука Я.В.

В дисертації Гамеляка І.П. [2], основна ідея роботи пов'язана в застосуванні імовірнісного підходу для оцінки надійності КДО при експлуатації, з врахуванням неоднорідності властивостей матеріалів і режимів технологічних операцій по схемі випадкових процесів, на відміну від існуючого детермінованого, що забезпечує з заданою надійністю необхідну якість і мінімум собівартості сумарних затрат (дорожньої і автомобільної складової).

В роботі Павленко Н.В. [1] вперше на основі теоретичних та експериментальних досліджень поведінки дискретних шарів під навантаженням отримана теоретико-емпірична залежність для визначення величини параметра розподільчої здатності для конкретної структури, складу матеріалу та товщини дискретного шару. Вперше експериментально і теоретично доведено, що при навантаженні дискретного шару через штамп відбувається не прогин шару, а його стиск, а загальний модуль пружності дискретного шару має іншу природу, ніж в теорії пружності шаруватих систем. Удосконалена теорія механізму контактної взаємодії зерен на основі урахування сил тертя, зчеплення, бокового розпору і розміру зерен та встановлено фізико-механічний зміст і природа походження параметра розподільчої здатності дискретного середовища. Удосконалено рішення теорії пружності стосовно дискретних середовищ шляхом відповідного введення в рішення параметра, що характеризує розподільчу здатність шару.

В роботі Куцмана О.М [3] за результатами числового експерименту встановлено, що істотну роль при прогнозуванні довговічності асфальтобетонного покриття та його розрахунку на міцність відіграють температури, що змінюються в річному і добовому режимах. Розтягуючі напруження в покритті виникають не тільки при низьких весняних температурах, а й при інших значеннях температури.

Так, при підвищенні температури закономірно зменшується міцність асфальтобетону і його стійкість до впливу повторних навантажень. Довговічність покриття при позитивних температурах може зменшуватись в кілька разів. Натурні обстеження також вказують на те, що час до моменту утворення тріщин (як першопричини інших руйнувань) залежить від стану основи, часу дії навантаження і температур. Виходячи із вище зазначених підходів, були розроблені: Методика розрахунку асфальтобетонних покриттів підвищеної довговічності на опір втомного руйнування від розтягування при вигині; Методика розрахунку шарів підсилення нежорсткого дорожнього одягу із застосуванням армованого асфальтобетону.

В роботі Мозгового В. В [4] розглянуто напрямки підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття автомобільних доріг за рахунок забезпечення конструктивних, технологічних і матеріалознавчих факторів. Встановлено, що конструкція одягу може бути прийнята типовою чи розроблена індивідуально для кожної ділянки або ряду ділянок дороги, що характеризуються подібними природними умовами (грунт робочого шару земляного полотна, умови його зволоження, клімат, забезпеченість місцевими дорожньо – будівельними матеріалами тощо) з однаковими розрахунковими навантаженнями.

В роботі Саркісяна Г. С. [5] розглядається підхід до формування баз даних геоінформаційної системи (ГІС) «Автомобільна дорога» для моніторингу і кадастру автомобільних доріг. Розглядається схема взаємодії рухомого пневматичного колеса автомобіля і нерівностей на покритті автомобільної дороги. Проведено аналіз існуючих нерівностей на покриттях експлуатованих дорожніх одягів та визначено типові форми нерівностей. Запропоновано підхід до визначення величини навантаження на дорожній одяг при подоланні нерівностей різної форми і підхід до формування бази даних ГІС «Автомобільна дорога».

В роботі Гладуна С. А. [6] розглядають на основі проведених досліджень методику визначення необхідної кількості вимірювань модуля пружності дорожнього одягу на ділянці автомобільної дороги для достовірної його міцності.

Зазначену методику необхідно використовувати на стадії виконання передпроектних робіт для розроблення тендерної документації та на етапі інженерних вишукувань для розроблення проектної документації на реконструкцію або капітальний ремонт автомобільних доріг загального значення.

В роботі Кірічек Ю. О. [7] розглянуто актуальність застосування геосинтетичних матеріалів [8] для армування асфальтобетонного покриття дорожнього одягу автомобільних доріг. Запропоновано метод підвищення властивостей різних видів асфальтобетону шляхом армування геосинтетичним матеріалом. Вартість кожного виду асфальтобетону розраховувалася з трьома видами армуючого матеріалу.

Проведені дослідження показали ефективність застосування армуючих синтетичних матеріалів для підвищення характеристик міцності і деформаційності різних видів асфальтобетону.

В роботі Гамеляка І. П. [9] розглядають методику та результати визначення розподілу транспортно-експлуатаційних показників стану проїзної частини автомобільних доріг державного значення (загального модуля пружності та коефіцієнта запасу дорожнього одягу, фактичних показників рівності та зчеплення). Підібрані параметри функції нормального розподілу параметрів транспортно експлуатаційних показників (ТЕП), стану автомобільних доріг. Автором також встановлено стан автомобільних доріг, сягає критичної межі. Результати аналізу даних, свідчать, що дороги вичерпали свій ресурс у середньому на 70%.

В роботі Ольховий Б. Ю. [10] досліджено проблеми, що виникають при укладанні асфальтобетонних шарів при низьких температурах навколишнього середовища. Показано на основі теоретичних і експериментальних даних можливість виникнення значних температурних напружень, що можуть виникати одразу після завершення укладання асфальтобетонних шарів і викликати пошкодження асфальтобетонного шару. Розглянуто способи вирішення цих проблем, зокрема за рахунок використання спеціальних добавок.

В роботі Мозгового В. В. [11] Наведені методика і результати випробувань зчеплення між шарами дорожнього одягу, як одного з критеріїв забезпечення міцності дорожньої конструкції.

В роботі Дробишинець С .Я. [12] описана історія розробки щебенево-мастикового асфальтобетону. Наведені основні переваги щебенево–мастикового асфальтобетону над звичайним асфальтобетоном. Подана технологія виготовлення, способи ущільнення і введення добавок в ЩМА.

## **2 ВИМОГИ І НОРМИ ПРОЕКТУВАННЯ НЕЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ**

Роботи при проведенні капітального ремонту або реконструкції автомобільної дороги проектування дорожнього одягу нормуються такими нормативними документами як: «ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги» [13].

«ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий.» [14].

### **2.1 Конструювання нежорсткого дорожнього одягу**

Проектування дорожнього одягу це єдиний процес конструювання і розрахунку дорожньої конструкції.

При конструюванні нежорсткого дорожнього одягу визначають:

- тип дорожнього одягу і матеріал дорожнього покриття;
- кількість конструктивних шарів, матеріали, розміщення шарів у конструкції, а також попередньо призначають їх товщини;
- необхідність влаштування додаткового морозозахисного шару з урахуванням дорожньо – кліматичної зони, виду ґрунту та схеми зволоження робочого шару земляного полотна;
- необхідність призначення заходів з осушення конструкції дорожнього одягу;
- необхідність призначення заходів з підвищення тріщиностійкості конструкції;
- доцільність укріплення верхньої частини робочого шару земляного полотна;
- альтернативні варіанти з урахуванням місцевих умов влаштування та експлуатації дорожнього одягу.

Варіанти конструкцій дорожнього одягу приймають типовими або розробляють індивідуально для кожної ділянки або ряду ділянок автомобільної дороги, що характеризуються тотожними показниками інтенсивності та складу руху і призначені для експлуатації за подібними природними умовами.



зволоженням;

– у III дорожньо-кліматичній зоні при 3-му типі місцевості за зволоженням.

I тип – сухі місця без надмірного зволоження;

II тип – вологі місця з надмірним зволоженням в окремі періоди року;

III тип – вологі місця з постійним надмірним зволоженням

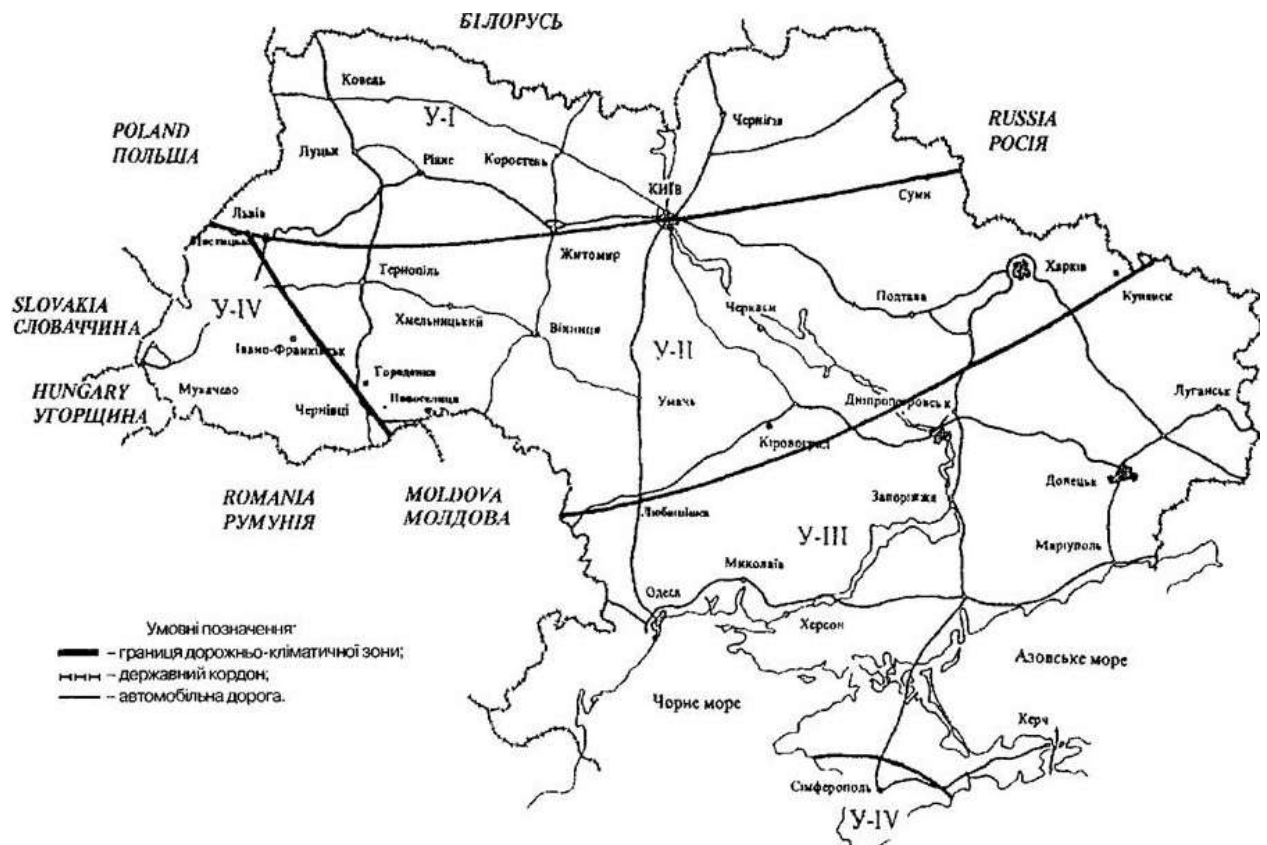


Рисунок 2.2 – Карта кліматичного районування України



Таблиця 2.1 – Дорожньо-Кліматичне районування України

Дорожньо кліматична зона		Географічна межа зони
Познака	Назва	
I	Північна	На північ від лінії Мостицька-Львів-Житомир-Київ-Суми
II	Центральна	На південь від межі північної зони до лінії Любашівка-Кіровоград-Куп'янськ
III	Південна	На південь від межі центральної зони за винятком гірської частини Карпат (від лінії Мостицька – Комарне-р.Дністер на південний схід до лінії Городенка-Новоселиця)
IV	Гірська	Гірський Крим, Карпати, Закарпатська область
<b>Примітка.</b> Регіони Карпат і гірського Криму поділяються на три підзони за висотою прокладання дороги: <ul style="list-style-type: none"> <li>–рівнинна (до 200 м над рівнем моря);</li> <li>–передгірська(від 200 м до 400 м над рівнем моря);</li> <li>–гірська(понад 400 м над рівнем моря).</li> </ul>		

Під час нового будівництва автомобільних доріг або реконструкції (за можливості) капіляронереривальні прошарки потрібно влаштовувати товщиною від 0,10 м до 0,15 м на всю ширину земляного полотна, під час реконструкції та капітального ремонту – від існуючої конструкції дорожнього одягу. Шари дорожнього одягу необхідно споруджувати на прийнятому у встановленому порядку земляному полотні. Покриття та основу дорожнього одягу з використанням в'язучих матеріалів необхідно споруджувати на сухому та чистому нижче розташованому шарі, а в разі використання органічних в'язучих матеріалів, окрім цього, ще й на немерзломому шарі.

До початку спорудження кожного шару основи та покриття дорожнього одягу необхідно виконати розбивочні роботи із закріплення положень крайок та висотних відміток шарів. Розбивочні роботи та їх контроль необхідно виконувати з використанням геодезичних інструментів

Влаштування шарів дорожнього одягу у зимовий період року дозволяється тільки по земляному полотну, що повністю було збудоване та прийняте в теплий період року (за плюсових температур).

### **2.3 Щебеневі, гравійні, шлакові основи і покриття**

Щебеневі, гравійні, шлакові основи і покриття повинні влаштовуватися одно- або багат шаровими залежно від необхідної товщини, виду матеріалу, наявності засобів ущільнення.

Максимальна товщина щебеневого (гравійного) шару залежить від маси котка і повинна бути не більше ніж 18 см при ущільненні котками з металевими вальцями та не більше ніж 25 см у щільному стані – при застосуванні котків на пневматичних шинах. Найменша товщина шару після ущільнення повинна бути не менше ніж  $1,5D$ , де  $D$  – максимальний розмір найбільшої фракції щебню.

Щебеневі, гравійні, шлакові та ґрунтово-щебеневі шари треба влаштовувати за плюсових температур повітря. За потреби роботи при мінусових температурах можна проводити з урахуванням особливостей технології та організації: – за температури повітря від  $0^{\circ}\text{C}$  до мінус  $5^{\circ}\text{C}$  тривалість робіт із розподілу, профілювання та ущільнення матеріалу з вологістю не вище ніж 3% не повинна перевищувати 4 год, а за температури нижче ніж мінус  $5^{\circ}\text{C}$  2 год; за вологості матеріалу понад 3% його необхідно обробляти розчинами хлористих солей натрію або кальцію в кількості від 0,3% до 0,5% за масою; – ущільнення кам'яних матеріалів за мінусової температури треба проводити без додаткового зволоження; – в період відлиг, а також перед весняним відтаванням шари дорожнього одягу необхідно очищати від снігу, льоду та забезпечувати відведення води. При влаштуванні щебеневого шару методом заклинки шар щебню першої групи перед розподілом розклинювального матеріалу треба обробляти органічним в'язучим з розрахунку від 2 л/м до 3 л/м (у перерахунку на чистий бітум).

Витрати розклинювального матеріалу необхідно призначати залежно від розміру та міцності щебню основної фракції щебню та типу конструктивного шару. При будівництві основи з щебню фракції від 40 мм до 70 мм допускається одноразове розклинювання з використанням суміші щебених та щебенево-піщаних фракцій від 5 мм до 20 мм, від 0 мм до 20 мм, від 0 мм до 10 мм, а при використанні щебню від 70 мм до 120 (150) мм – фракцій від 5 мм до 40 мм.

Після закінчення ущільнення шару з шлакового щебню активних та високоактивних шлаків, коли верхній шар дорожнього одягу влаштовується не відразу, шлаковий щебінь необхідно поливати водою о р протягом (10–12) днів, кількість води на добу повинна становити від 2,0 л/м до 2,5 л/м .Рух транспортних засобів по конструктивному шару дозволяється відкривати тільки після повного його ущільнення

Таблиця 2.2 – Витрати розклинювального матеріалу

Тип шару	Розмір основної фракції щебню, мм	Міцність щебню на стиск, МПа	Витрата розклинювальної фракції, м3 на 1000 м2 при її розмірі, мм			
			20-40	10-20	5-10	0-5
Основа	40-80 (70)	800 та більше	-	25/15	15/10	-
Основа	40-80 (70)	600 та менше	-	15	10	-
Основа	80 (70)-120 (150)	600 та менше	10 (20)	-	10	10
Основа	80 (70)-120 (150)	400 та менше	10 (20)	-	-	-
Покриття	20-80 (70)	800 та більше	-	20/15	15/10	15/10
Покриття	20-80 (70)	600	-	15	10	10

Шари дорожнього одягу з СВМД необхідно влаштовувати за температури повітря не вище ніж плюс 30° С і не нижче ніж плюс 10° С.

## 2.4 Асфальтобетонні основи і покриття

Склад асфальтобетонних сумішей та властивості отриманих з них асфальтобетонів повинні відповідати вимогам національних стандартів, асфальтобетонів на модифікованих полімерами бітумах і склад та властивості литих асфальтобетонів – галузевим. Температура вихідних матеріалів, асфальтобетонних сумішей на виході із змішувальної установки та на початку ущільнення повинна відповідати вимогам таблиці 2.3 та національним стандартам

і галузевим Н Д.

Таблиця 2.3 – Температура в'язучого, мінерального матеріалу та асфальтобетонної суміші при подачі і виході із змішувальної установки.

Ч.ч. Марка в'язучого		Температура, °С		
		бітумного в'язучого, що подається у змішувач	мінеральних матеріалів на виході із сушильного барабана	суміші асфальтобетонної на виході із змішувача
Гарячі литі асфальтобетонні суміші				
1	БНД 40/60	190-200	210-230	200-215
2	БМП 40/60-56	200-210	210-230	200-230
Емульсійні асфальтобетонні суміші				
3	ЕБК-П	10-50	не нижче 10° С	
4	ЕБА-П			

Холодні асфальтобетонні суміші можна укладати в конструктивні шари дорожнього одягу відразу після приготування або після зберігання. Зберігати холодні асфальтобетонні суміші можна на складі або майданчику, що має водовідведення (взимку вони повинні бути вкритими). Термін зберігання холодних асфальтобетонних сумішей, які виготовлені з використанням бітумів СГ 70/130, БСГР 70/130, має бути не більшим ніж 4 місяці, з використанням бітумів МГ 130/200, МГО 70/130, БПГР 70/130 та БПГЗ 70/130 – не більшим ніж 8 місяців, з використанням бітумів БСГР 130/200, СГ 130/200, МГ 130/200, МГО 130/200, БПГР 130/200 та БПГЗ 130/200 – не більшим ніж 2 тижні.

Приготування, транспортування та зберігання асфальтобетонних, модифікованих полімерами, литих, емульсійних та інших асфальтобетонних сумішей необхідно виконувати згідно з вимогами відповідних нормативних документів. Покриття та основи дорожнього одягу з асфальтобетонних сумішей треба влаштовувати в суху погоду. Укладання холодних та гарячих асфальтобетонних сумішей необхідно проводити весною або влітку за

температури повітря не нижче ніж плюс 5° С, восени – не нижче ніж плюс 10° С. Як виняток, роботи з використанням гарячих асфальтобетонних сумішей допускається проводити за температур, які нижче нормативних, за умови дотримання наступних вимог:

- товщина шару асфальтобетону повинна бути не менше ніж 8 см; – необхідно використовувати асфальтобетонні суміші на основі бітумів, модифікованих адгезійними добавками; – нижній шар покриття треба влаштовувати з щільних асфальтобетонних сумішей; – верхній шар покриття дорожнього одягу дозволяється влаштовувати по свіжоукладеному нижньому шарі після вистигання його до температури не нижче ніж 20° С; – верхній шар покриття дорожнього одягу допускається влаштовувати після прогрівання нижнього шару гарячим піском, висівками або розігрівачами інфрачервоного випромінювання. Укладання холодних сумішей необхідно закінчувати орієнтовно за 2 тижні до початку періоду осінніх дощів у даній місцевості.

На ділянках з позовжнім похилом понад 40‰ укладання суміші необхідно здійснювати знизу вгору.

### **3 РЕКОНСТРУКЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ**

#### **3.1 Вихідні дані та обстеження дороги**

Проектована ділянка розташована в Кременському районі Луганської області по дорозі загального користування державного значення Т-13-02 КПП «Танюшівка» – Старобільськ – Бахмут на ділянці км 93+500 – км 101+000.

Існуюча ширина дороги складає – 7,5 м.

Довжина проекрованої ділянки – 7500 м.

Існуюча категорія дороги – III категорія.

На підставі [13], п.4.1 визначено категорію дороги за технічною специфікацією. При розрахунковій інтенсивності – 3629 приведених одиниць транспорту, дорога відповідає II категорії за технічною класифікацією, тому необхідно виконати реконструкцію ділянки.

Асфальтобетонне покриття знаходиться в незадовільному стані – вибоїни, напливи, 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‰.

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



Рисунок 3.1 – Стан примикань вулиць до головної дороги

### **3.2 Проектні рішення**

Проектування плану і поздовжнього профілю автомобільної дороги необхідно виконувати виходячи з інтенсивності руху, до уваги приймалися умови забезпечення безпеки та комфортності руху транспортних засобів, з урахуванням можливості реконструкції дороги за межею перспективного розрахункового періоду.

Для елементів плану та поздовжнього профілю основні параметри прийняті згідно [13] для визначеної категорії автодороги:

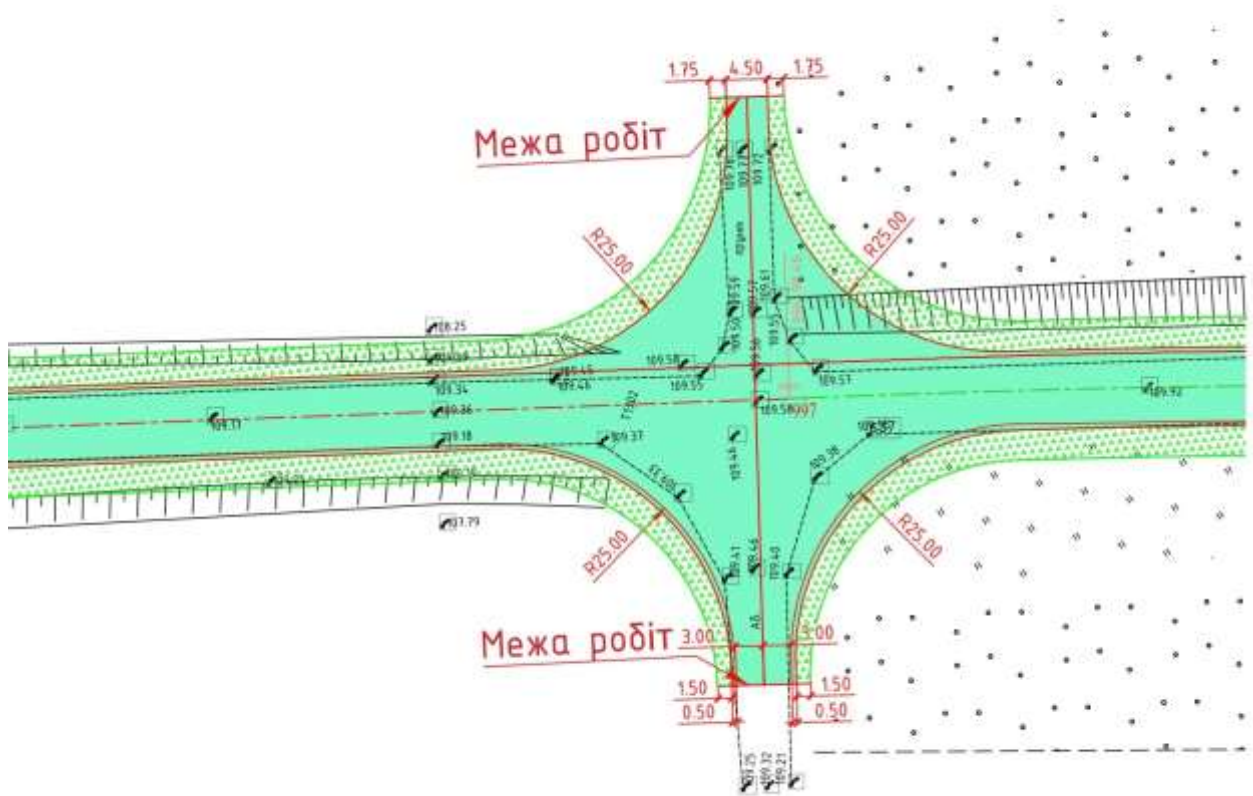


Рисунок 3.2 – План автомобільної дороги

- поздовжні похили – до 30‰;
- відстань видимості за умови зупинки транспортного засобу – не менше ніж 450 м;
- радіуси кривих у плані – понад 3000м;
- радіуси опуклих кривих у поздовжньому профілі – понад 70000 м;
- радіуси увігнутих кривих у поздовжньому профілі – понад 8000 м;
- довжину опуклих кривих у поздовжньому профілі – понад 300 м;
- довжину увігнутих кривих у поздовжньому профілі – понад 100 м.



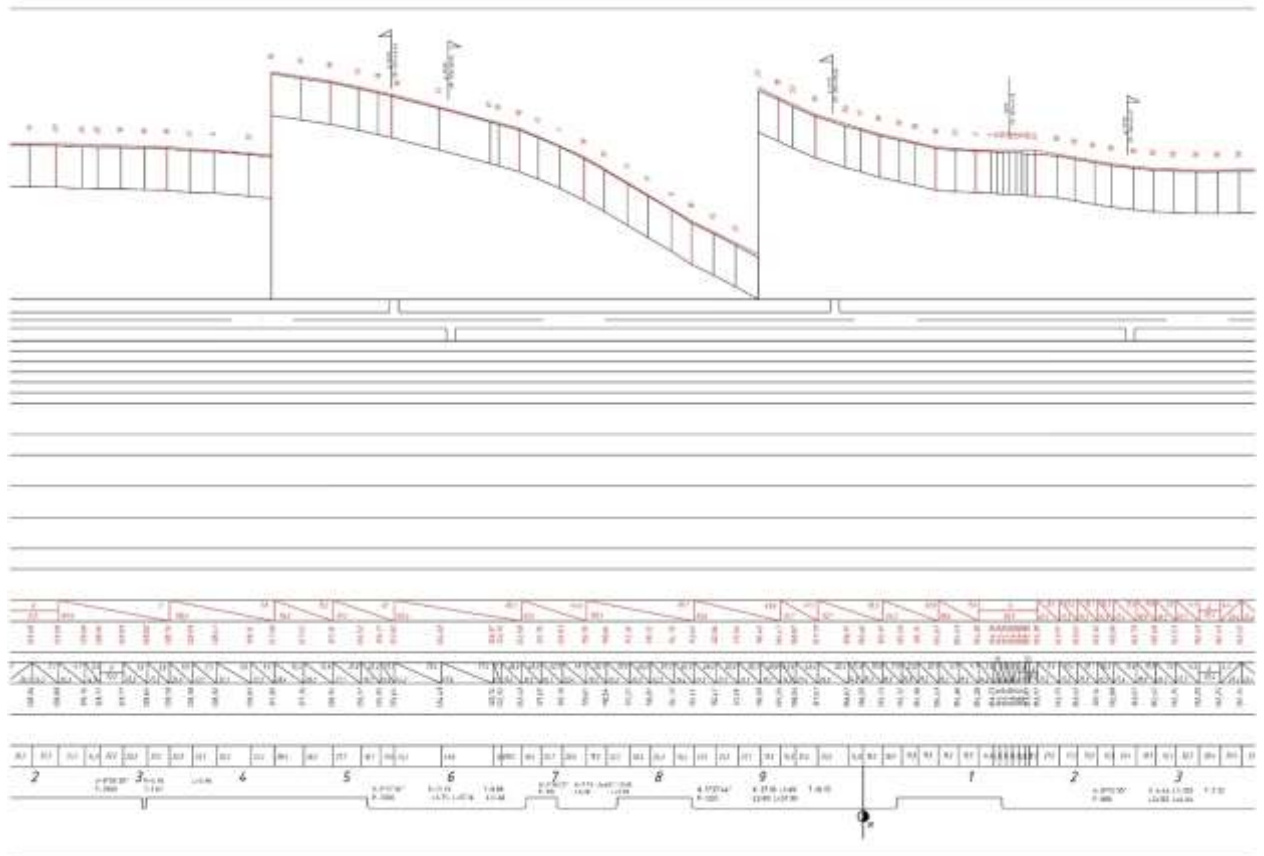


Рисунок 3.3 – Профіль поздовжній

При проектуванні доріг дозволяється знижувати параметри до гранично-допустимих, визначаємо для проектних та розрахункових швидкостей.

Таблиця 3.1 – Параметри елементів плану і поздовжнього профілю, що залежать від проектних та розрахункових швидкостей

Найменування елементів	Параметри залежно від розрахункових швидкостей, км/год										
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
Найбільший поздовжній похил, ‰;											
Найменший радіус кривої у плані, м	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100
Найменший радіус кривої у профілі, м: -Опуклої;	15000	12000	11000	10000	9000	8500	5500	3500	2000	1000	500

Таблиця 3.1 – Параметри елементів плану і поздовжнього профілю, що залежать від проектних та розрахункових швидкостей

-увігнутої	4400	3700	3200	2600	2100	1700	1300	1000	700	500	300
-для зупинки автомобіля;	335	290	250	210	175	145	115	90	70	50	35
-зустрічного автомобіля	-	-	-	-	320	270	220	180	150	120	-

Ділянки прямих і кривих у плані при радіусі кривої 2000 та менше з'єднуються перехідними кривими. На під'їздах до перехресть і в обмежених умовах допускається влаштування горизонтальних кривих без перехідних кривих. У цьому разі для відгону віражів необхідно використовувати прямі ділянки перед горизонтальною кривою протяжністю, встановленою до перехідної кривої.

Пройзна частина автомобільної дороги розташована на пересіченій місцевості. Ширина дороги становить 7,5 м. План автомобільної дороги залишається в існуючих межах.

На під'їздах до перехресть та примикань вулиць і доріг, а також на ділянках з горизонтальними кривими радіусом менше ніж 250 м, зменшуємо найбільші поздовжні похили на 10‰, а з горизонтальними кривими радіусом менше ніж 50 м, в районах з частою ожеледицею – на 20‰. Довжину цих підходів приймаємо не менше ніж 50 м до стоп-лінії або початку з'їзду. Найменшу відстань видимості в плані у зоні транспортних розв'язок в одному рівні приймаємо згідно з трикутником видимості рисунок 3.4.

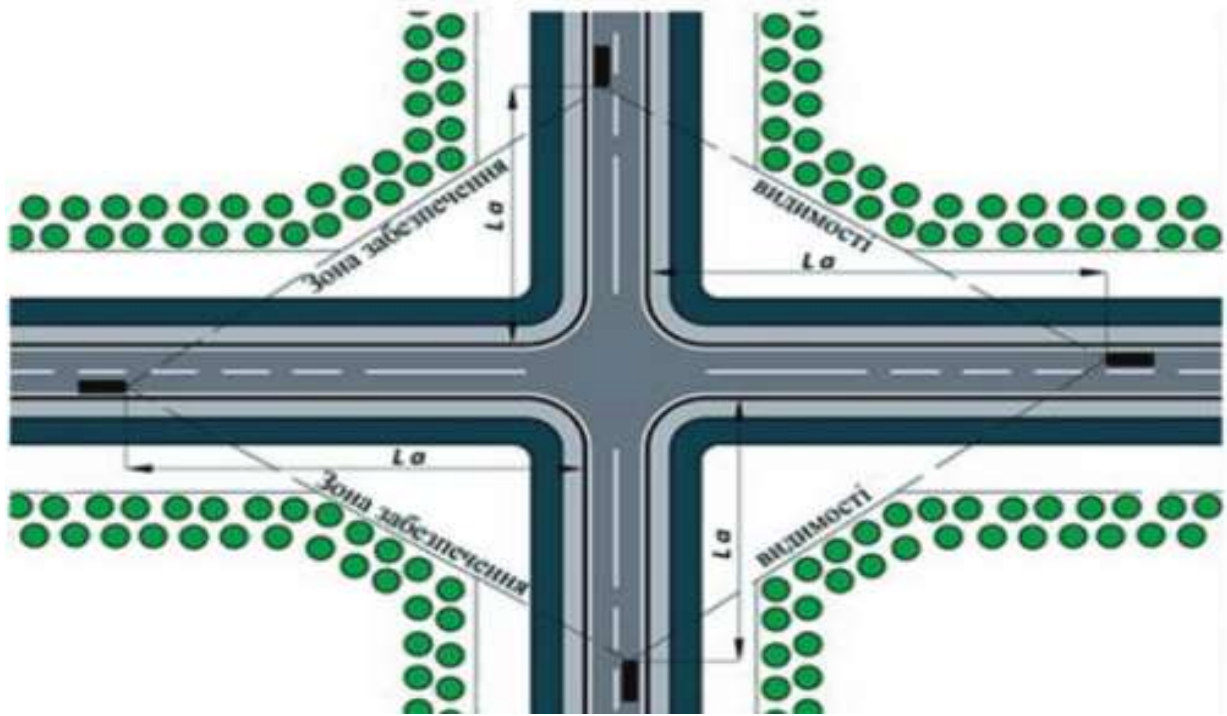


Рисунок 3.4 – Схема забезпечення видимості

В зоні якого не допускається розміщувати будь які будови, тимчасові споруди та зелені насадження заввишки більше ніж 1,2 м. Якщо умову видимості забезпечити неможливо, необхідно передбачити заходи з обмеження швидкості руху та встановлення дорожніх дзеркал.

### 3.3 Вибір класу і форми розв'язки

Вибір класу і форми розв'язки, з урахуванням умов її розташування, здійснюється на основі техніко-економічного порівняння варіантів згідно з [13], напрямками, а також наявності у складі поворотних транспортних потоків автопоїздів та/або автобусів – потенційних розрахункових транспортних засобів. Перед вибором типу розв'язки необхідно визначитись щодо розподілу інтенсивності руху за напрямками руху. У разі необхідності на (розв'язках, де інтенсивність у пікові години може значно відрізнятись від середньодобової) проектувальник може приймати інтенсивність авт./годину. Транспортні розв'язки проектуються як набір окремих складових: безпосередньо зона примикання (перехрещення), перехідно–швидкісні смуги, зупинки маршрутного транспорту, напрямні островці, островці безпеки, ліві віднесені повороти, пішохідні переходи,

які ув'язуються між собою.

Розв'язка повинна забезпечити безпечний та комфортний рух користувачів доріг, безпечне та зручне перехрещення, розгалуження та злиття транспортних потоків, а також перестроювання транспортних засобів у транспортному потоці для виконання маневрів. Мінімальні розміри розв'язок разом з узбіччям повинні забезпечити можливість виконання маневру на ньому спеціальним або спеціалізованим транспортом. На розв'язках має бути передбачений вільний простір від межі габариту: 0,50 м до крайки проїзної частини з боку узбіччя і 0,25 метра з боку розділювальної смуги, острівця безпеки, напрямного острівця, лінії поздовжньої розмітки смуг руху. При наявності на розв'язці дорожнього огороження відстань від межі динамічного габариту до нього повинна бути не менше ніж 1,00 м. Допускається на розв'язках заповнення проїзної частини другорядної дороги динамічним габаритом наступного, після наведеного в таблиці 3.1 транспортного засобу.

### **3.4 Проектування розв'язки**

При проектуванні розв'язки потрібно розробляти заходи щодо забезпечення видимості розв'язки у напрямку руху з метою надання учасникам руху можливості своєчасно побачити і визначити напрямок подальшого руху:

- транспортного засобу, який наближається до розв'язки з боку головної або другорядної дороги;
- пішохода, який наближається до наземного пішохідного переходу;
- велосипедиста, який рухається у бік розв'язки виділеною на проїзній частині або відокремленою велосипедною доріжкою. У населених пунктах, де видимість при виїзді з другорядної дороги на головну обмежена капітальним будівлями, при відповідному обґрунтуванні допускається встановлення дорожніх дзеркал. Проектування розв'язки потрібно починати з визначення головної і другорядної дороги. Виїзди з прилеглих до дороги територій слід проектувати аналогічно примиканню автомобільних доріг. На окремому виїзді та окремому в'їзді на прилеглу територію необхідно передбачати тільки ті елементи

примикання, які необхідні для виконання відповідних маневрів транспортного засобу. Ширина узбіччя в межах радіусу заокруглення на примиканні має змінюватись плавно на протязі всієї кривої. Смуга накопичення для лівого повороту чи розвороту повинна мати довжину достатню для розміщення як мінімум двох транспортних засобів. Після визначення загальної схеми розв'язки і вирішення питань організації руху маршрутного транспорту, пішоходів, велосипедистів, необхідно скласти план розв'язки разом з навколишньою обстановкою, перевірити забезпечення видимості у напрямку руху, та визначити межі площі, на якій не повинно бути перешкод для видимості. Смуги гальмування та розгону на одному примиканні слід розділяти між собою напрямним островцем. За необхідності влаштування на головній дорозі зупинки маршрутного транспорту, такі смуги об'єднують в одну. У разі наявності за примиканням зупинки маршрутного транспорту довжина смуги розгону відмірюється від кінця зупинкового майданчику.

### **3.5 Напрямні островці**

Напрямні островці влаштовують з метою:

- розділення протилежних потоків руху;
- використання їх для облаштування островців безпеки для пішоходів та велосипедистів.
- встановлення дорожніх знаків або розміщення елементів дороги (опор освітлення, опор надземних пішохідних переходів, тощо)

Ширину прямого острова я правило приймають 2,5 м ( для можливості розміщення острова безпеки для пішохідного переходу). У стислих умовах допускається ширину зменшувати до 1,60 м. За формою напрямні островці можуть бути, як правило прямокутні або трикутні. Форма острова повинна забезпечувати плавність руху транспортних засобів. Вибір форми напрямних островців рекомендується приймати в залежності від умов їх призначення: На головній дорозі напрямні островці потрібно влаштовувати краплеподібної форми. Для лівоповоротного руху напрямні островці влаштовуються трикутної форми.

На другорядній дорозі острівці влаштовують трикутні або багатокутні. Якщо проектна довжина острівця менша ніж 5 м, то на другорядній дорозі трикутні острівці не влаштовуються, а можуть влаштовуватись лише краплеподібні.

### 3.6 Організація дорожнього руху

На підходах до розв'язки дороги повинні бути позначені з кожного напрямку відповідними дорожніми знаками, які вказують на пріоритет у проїзді розв'язки. На дорогах з двома і більше смугами руху в одному напрямку знаки 2.1 «дати дорогу» чи 2.2 «проїзд без зупинки заборонений згідно з нормативними документами можуть бути дубльовані на напрямному острівці».

### 3.7 Проектування розв'язки V класу

Для автомобільної дороги II категорії розпочинаємо з визначення показника  $L_{дснIV}$ -довжини смуги накопичення, яка визначається з категорії автомобільної дороги на яку виконується лівий поворот.

Для розв'язки на автомобільній дорозі категорії IV, використовуємо:  $L_{дсн}$  для автопоїзда середнього у кількості двох транспортних засобів,  $L_{дснIV}=2 \cdot L_{АПс}$  де;  $L_{АПс}$  – довжина автопоїзда середнього,  $L_{дснIV}=2 \cdot 22=44.0$  м.

Для розв'язки з автомобільною дорогою V категорії, використовуємо  $L_{дснV}$  для вантажного автомобіля у кількості двох транспортних засобів,  $L_{дснV}=2 \cdot L_{в}$  де;  $L_{в}$ - вантажний автомобіль.  $L_{дснV}=2 \cdot 9.15=19.0$  м. Наступним кроком є знаходження довжини смуги повної ширини (для розгону, для гальмування (м)), який визначається з параметрів поздовжнього профілю оскільки на даній ділянці дороги, при повороті ліворуч на дорогу IV категорії поздовжній похил;

від +20 до +40 то обираємо  $L_{дспш}$  згідно табл.9.6 [13]. Для розгону вона дорівнює 120 м, а для гальмування 70 м. Таким чином знаходимо довжину смуги повної ширини (для розгону, для гальмування(м)), при повороті ліворуч і для V категорії так як поздовжній похил дорівнює від -20 до +20 для розгону вона дорівнює 100 м, а для гальмування 70 м. Визначаємо коефіцієнт  $D_{кл1}$ -довжина

клин відгону на вході(виході) перехідно-швидкісної смуги згідно з табл. 9.6 [13] дорівнює 60 м, як для повороту ліворуч на IV так і V категорії автомобільних доріг. Параметр ширини смуги руху  $Ш_{ср}$ -залежить від поперечного профілю та категорії автомобільної дороги призначається за табл.5.1 [13], і дорівнює 3,75 м. Ширина перехідно-швидкісної смуги залежить від категорії дороги та умов її розташування, ширина повинна бути не менша чим основна смуга руху, але в даних умовах за рахунок не достатньої ширини смуги відводу прийнято рішення зменшити ширину перехідно-швидкісної смуги до 3,25 м, що дозволено за [13]. Ширина узбіччя дорівнює 3,75 м, а ширина укріпленого узбіччя дорівнює 0,5 м що визначається згідно категорії дороги та [13].





					<p style="text-align: center;"><b>Ошибка! Неизвестное имя свойства</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Документа.</b></p>	Апр 32
						Апр 32
Зм.	Апр	№ докум.	Подпис	Дата		

**Ошибка! Неизвестное имя свойства документа.**

Аржыш

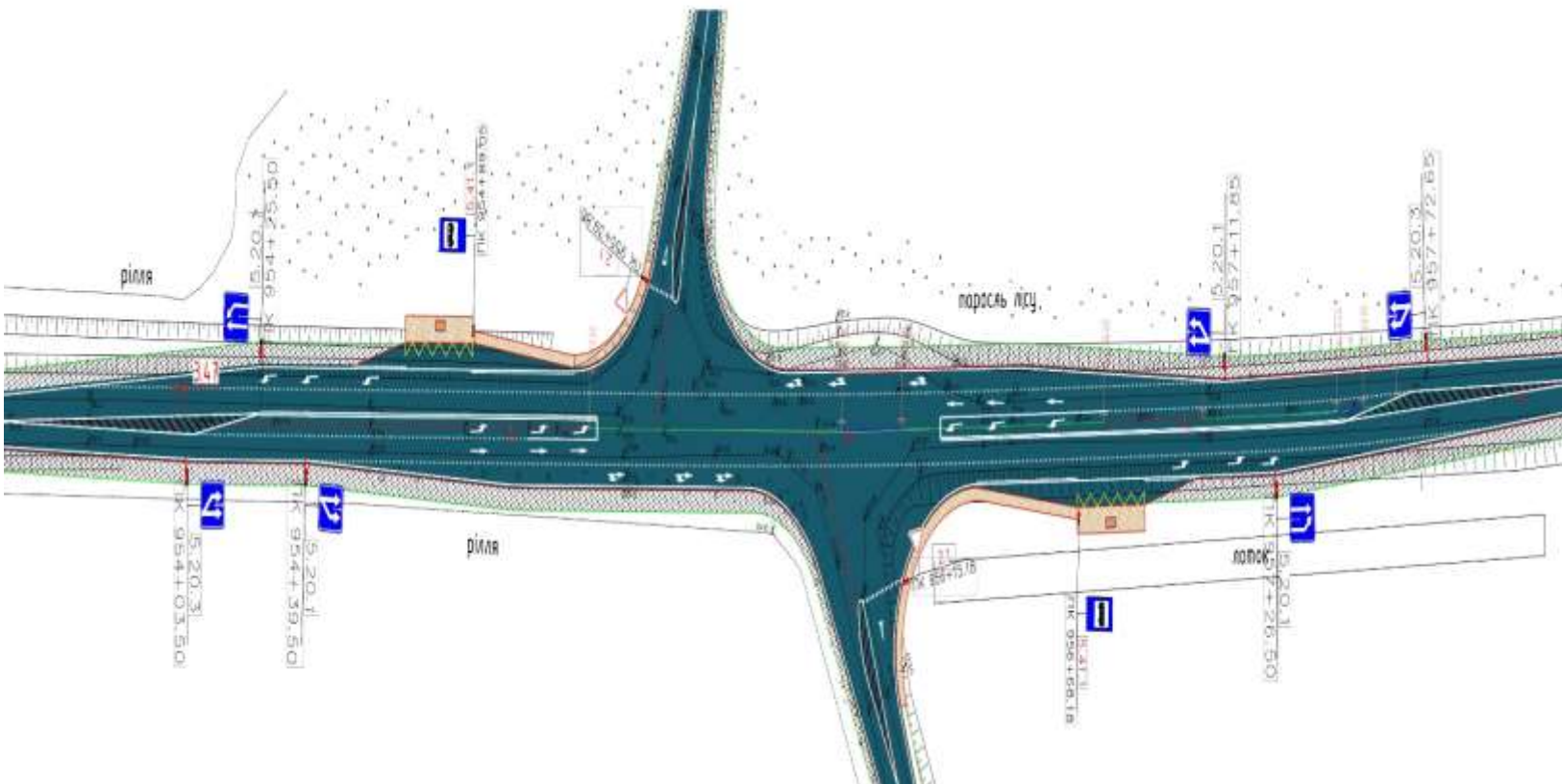


Рисунок 3.5 – Розв’язка V класу

### 3.8 Охорона навколишнього середовища.

Проектована ділянка розташована по дорозі загального користування державного значення Т-13-02 КПП «Танюшівка» – Старобільськ – Бахмут на ділянці км 93+500 – км 101+000.

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.

### 3.9 Основні техніко-економічні показники

Техніко економічні показники – величини, які характеризують матеріально–виробничу базу, використання знарядь і предметів праці, організацію виробництва, затрати на виробництво продукції. Техніко-економічний аналіз це, внутрішньогосподарський аналіз. У процесі такого аналізу досліджується діяльність усіх структурних підрозділів, а також будівельної бази.

Таблиця 3.2 – Кошторисна вартість

Показники	Одиниця виміру	Кількість
Вид будівництва	Реконструкція	
Категорія дороги	II	
Довжина	км	7,5
Кількість смуг руху	шт	2
Ширина проїзної частини	м	8,5
Ширина узбіччя	м	
Ширина земляного полотна	м	
Розрахункова швидкість руху	км/год	
Тип дорожнього одягу		капітальний
Матеріал покриття проїзної частини		асфальтобетон
Поперечний ухил проїзної частини	‰	
Поперечний ухил узбіччя	‰	

Показники	Одиниця виміру	Кількість
Максимальний поздовжній ухил	‰	

Таблиця 3.2 – Кошторисна вартість

Мінімальний поздовжній похил	‰	
Максимальний радіус кривих в плані	м	
Тривалість будівництва	місяців	3
<b>Кошторисна вартість в поточних цінах складає</b>	<b>тис.грн.</b>	<b><u>166343,859</u></b>

### 3.10 Відомість будівельно-монтажних робіт

Згідно реалізованих проектних рішень виконані розрахунки об'ємів будівельно-монтажних робіт зведено до таблиці

Таблиця 3.3 – Відомість будівельно-монтажних робіт

Відомість обсягів робіт				
№ з/п	Найменування	Од. вимір.	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5
<b>Розділ 1. Підготовчі роботи</b>				
1	Фрезування дорожнього покриття h=0,12м	м <sup>2</sup>	54495,00	
2	Демонтаж бортових каменів БР300.30.18	п.м.	1578,00	
2	Видалення порослі з подальшим дробленням	м <sup>2</sup>	89754,00	
3	Планування узбіччя h=0,05м	м <sup>2</sup>	51188,00	
<b>Розділ 2. Основні роботи</b>				
<b>2.1. Дорожній одяг розширення дорожнього одягу та улаштування твердого покриття на примиканнях та технологічних з'їздах</b>				
4	Улаштування корита в місцях розширення проїзної частини та на примиканнях і технологічних з'їздах, h=0,42м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	8663 / 3638,5	
5	ЩПС С-5 (на поширеннях) h=0,30 м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	8663 / 2598,9	
6	Улаштування суміші органо-мінеральної оброблена комплексним в'язучим, марки М20, виготовленої по методу холодного ресайклінгу, з додаванням 50% нового мінерального матеріалу ЩПС С-7, згідно СОУ 45.2-00018112-061:2011, h=0,19м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	85141 / 16176,7	

Таблиця 3.3 – Відомість будівельно-монтажних робіт

7	Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 1,4 л/м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup> /л	81439 / 114014,6	
8	Улаштування крупнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Кр.Щ.А1.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 60/90 згідно ДСТУ 4044-2001, h=0,1м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	81439 / 8143,9	
9	Розлив бітумної емульсії ЕКШМ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 0,6 л/м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup> /л	77561 / 46536,6	
10	Щебенево-матиковий асфальтобетон ЩМА-20 на бітумі, комплексно модифікованому полімерною та адгезійною добавкою БМКП 60/90-65 за ДСТУ Б В.2.7-313:2016, h=0,05м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	77561 / 3878,1	
<b>2.2. Улаштування узбіччя</b>				
21	Щебінь М1000 фр.20-40мм за ДСТУ Б В.2.7.-30:2013 з розклинцюванням, h=0,23 м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	51188 / 11773,3	
<b>2.3. Улаштування тротуару</b>				
22	Улаштування щебеневої основи h=0,1м (під Бр100.30.18)	м <sup>3</sup>	106,40	
23	Улаштування дрібнозернистої бетонної основи h=0,1м (під Бр100.30.18)	м <sup>3</sup>	106,40	
24	Улаштування щебеневої основи h=0,1м (під Бр100.20.8)	м <sup>3</sup>	63,00	
25	Улаштування дрібнозернистої бетонної основи h=0,1м (під Бр100.20.8)	м <sup>3</sup>	63,00	
26	Бетонування з двох боків бортових каменів h=0,1м	м <sup>3</sup>	42,30	
27	Установка бортового каменю Бр100.30.18	п.м	2128,00	
28	Установка бортового каменю Бр100.20.8	п.м	2099,00	
29	Улаштування основи ЦПС С-5 h=0,36м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	5331 / 1715,4	
30	Улаштування підстильних шарів з гранітного щебеню h=0,1м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	3780 / 337,9	
31	Улаштування шару основи з гранітного відсіву h=0,07м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	3780 / 236,6	
32	Улаштування покриття з дрібнорозмірної плитки h=0,04м	м <sup>2</sup>	3780,00	
<b>2.4. Улаштування напрямного острівця</b>				
29	Улаштування основи ЦПС С-5 h=0,36м	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	64,8 / 23,4	
35	Улаштування щебеневої основи h=0,1м (під Бр100.30.18)	м <sup>3</sup>	2,30	
36	Улаштування дрібнозернистої бетонної основи h=0,1м (під Бр100.30.18)	м <sup>3</sup>	2,30	

Таблиця 3.3 – Відомість будівельно-монтажних робіт

37	Бетонування з двох боків бортових каменів h=0,1м	м³	0,60	
38	Установка бортового каменю Бр100.30.18	п.м	57,00	
39	Улаштування корита під конструкцію нарядного острівця вручну h=0,08м	м²/м³	64,8 / 5,2	
40	Улаштування підстильних шарів з гранітного щебеню h=0,1м	м²/м³	64,8 / 6,5	
41	Улаштування шару основи з гранітного відсіву h=0,07м	м²/м³	64,8 / 4,55	
42	Улаштування покриття з дрібнорозмірної плитки h=0,04м	м²	64,80	
<b>2.5. Земляні роботи</b>				
43	Зрізка родючого шару ґрунту, h=0,4м	м²/м³	15920 / 6368	
44	Розширення (відсипання з ущільненням) земляного полотна супіщаним ґрунтом	м³	39916,10	
45	Розширення (розробка екскаватором) виїмки екскаватором	м³	2170,60	
46	Планування на відкосах влаштованих насипів та виїмки родючого ґрунту, h=0,15м	м³	1192,00	
<b>2.6. Тимчасова організація дорожнього руху</b>				
47	Мобільний світлофорний комплекс КОМКОН СДМ	шт	2,00	
48	Дорожні знаки під час ремонту дороги	шт	22,00	
49	Стійки переносні	шт	8,00	
<b>Розділ 3. Заклучні роботи</b>				
<b>3.1. Постійна організація дорожнього руху</b>				
50	Буріння ям під фундамент стояків дорожніх знаків	м³	4,00	
51	Улаштування бетонних фундаментів під стояки дорожніх знаків	м³	4,00	
52	Встановлення дорожніх знаків на металевих стійках:			
	- знаків	шт	107,00	
	- стояків	шт	80,00	
53	Нанесення дорожньої розмітки (холодний пластик)			
	- розмітка 1.1 холодний пластик (біла)	п.м / м²	16117/ 2418	
	- розмітка 1.5 холодний пластик (біла)	п.м / м²	3488 / 175	
	- розмітка 1.6 холодний пластик (біла)	п.м / м²	1300 / 130	
	- розмітка 1.11 холодний пластик (біла)	п.м / м²	28 / 7	
	- розмітка 1.12 холодний пластик (біла)	п.м / м²	3,5 / 2	

Таблиця 3.3 – Відомість будівельно-монтажних робіт

	- розмітка 1.16.1 холодний пластик (біла)	к-ть.м/м <sup>2</sup>	1 / 28,3	
	- розмітка 1.14.1 холодний пластик (біла / червона)	к-ть.м/м <sup>2</sup>	5 / 64 / 64	к-сть місць / білого / червоного
	- розмітка 1.17 холодний пластик (біла)	п.м / м <sup>2</sup>	21 / 2,1	
	- розмітка ШСП-5 холодний пластик (червона)	к-ть.м/м <sup>2</sup>	1 / 14.1	
54	- розмітка 2.3	шт	2,00	
55	Напрямні пристрої СН2-В-П-(1.0)	шт	49,00	
55	Буріння ям під фундамент напрямних пристроїв	м <sup>3</sup>	2,50	
56	Улаштування бетонних фундаментів під напрямні пристрої	м <sup>3</sup>	2,50	
57	Бар'єрне огороження ДО-2	п.м	525,90	
58	Бар'єрне огороження ДО-Н	п.м	42,00	
59	Бар'єрне огороження ДО-К	п.м	28,00	

### 3.11 Організація будівництва.

Відповідно до інструкцій про порядок проведення капітального ремонту автомобільної дороги місцевого значення тривалість будівництва складає три місяці. Розподіл об'ємів робіт на капітальний ремонт проїзної частини проведений відповідно до календарного плану.

Роботи виконуються в два етапи: підготовчий і основний.

У підготовчий період передбачається:

- виніс траси в натуру;
- регенерація існуючих шарів дорожнього одягу;
- улаштування корита під новий дорожній одяг в місцях, передбачених проектом;

- зрізка та планування узбіччя;

У основний період передбачається:

- влаштування дорожнього одягу;
- влаштування дорожнього одягу на з'їздах та примиканнях;
- встановлення дорожніх знаків;
- нанесення дорожньої розмітки;

– влаштування бар'єрного огородження.

Терміни виконання робіт відбиті календарним планом.

Потреба в основних дорожньо – будівельних матеріалах і виробих, в робочій силі (загальна кошторисна трудомісткість), в основних механізмах і транспорті відображена в ресурсних відомостях, доданих до кошторисного розрахунку. Особливу увагу при виконанні будівельних робіт слід звернути на дотримання правил техніки безпеки і охорони праці відповідно до НПАОП 45.2-7.02-12 Охорона праці і промислова безпека у будівництві [15]. Роботи по влаштуванню покриття проїзної частини слід вести згідно ДБН В.2.3-4-2015 ч. I, частина II. [13].

## 4 ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

### 4.1 Вихідні дані до конструювання дорожнього одягу

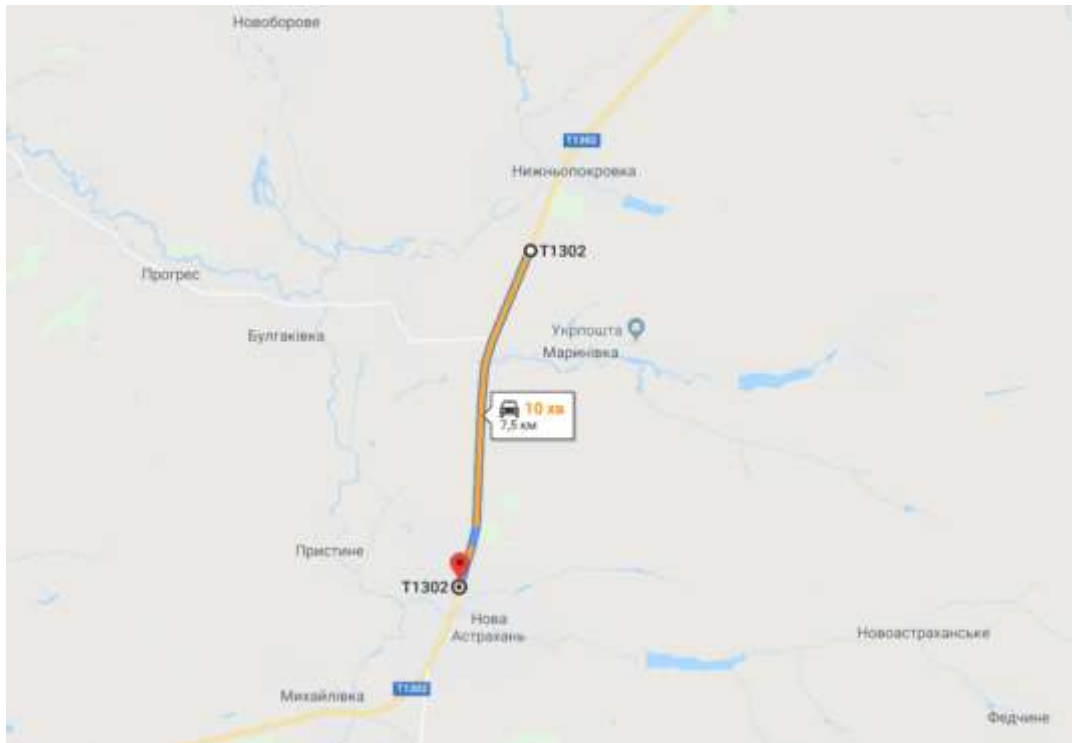


Рисунок 4.1 – Схема ділянки автомобільної дороги КПП «Танюшівка»  
– Старобільськ – Бахмут

Ділянка автомобільної дороги державного значення Т-13-02 КПП «Танюшівка» – Старобільськ – Бахмут на ділянці км 93+500 – км 101+000 знаходиться в межах Кремінського району Луганської області. Луганська область розташована на сході країни. Посідає шосте місце за населенням (2,24 млн на 2014р), і десяте за площею серед адміністративно-територіальних одиниць країни. На південному заході та заході межує з Донецькою областю, а на північному заході – з Харківською областями. Область займає приблизно 4,5% території України. Луганська область знаходиться в зоні різнотравно – типчаково-ковиливих степів. Велика частина території області розорана, лише на схилах ярів, в долинах річок і в заповідниках збереглися ділянки степової рослинності. Лісів мало (близько 7% території області). Вони розміщені вздовж річок, на схилах долин, балок і ярів. Ґрунти родючі, головним чином



чорноземні, поширені також дернові ґрунти. Клімат помірно континентальний з відчутними посухами. Середня температура найтеплішого місяця червня  $+21^{\circ}\text{C}$  і найхолоднішого січня  $-7^{\circ}\text{C}$ . Вітри переважно східні і південно-східні. Максимальна середньорічна кількість опадів (550 мм) випадає в найбільш піднятій частині Донецького кряжа. На більшій частині області середньорічна кількість опадів становить 400 – 500 мм. Дощі часто випадають у вигляді короткочасних злив. Зима порівняно холодна, з різкими східними і південно-східними вітрами, відлигами і ожеледицями, малосніжна.

Луганська область є одним з найрозвиненіших у промисловому відношенні регіонів України з широким комплексом різноманітних видів мінеральної сировини. Основною корисною копалиною області є кам'яне вугілля, розвідано та експлуатується низка родовищ природного газу, також область багата фосфатами, будівельною сировиною, золото-срібними копалинами та мінеральними водами. Таким чином, сировинні та мінеральні ресурси Луганської області, надають велику можливість для швидкого розвитку промисловості.

Існуючий технічний стан дорожнього одягу знаходиться в критичному стані, майже на всій ділянці автомобільної дороги присутні вибоїни та напливи, не витриманий поперечний похил. Дорожній одяг складається з наступних конструктивних шарів. Покриття – асфальтобетон товщиною 0,12 м: основа–суглинок з домішками щебню 0,20 м, пісок рихлий товщиною 0,36 м.



Рисунок 4.2 – Стан автомобільної дороги

Розрахунок інтенсивності дорожнього руху транспортних засобів на ділянці автомобільної дороги загального користування державного значення Т – 13 – 02 «Танюшівка» – Старобільськ – Бахмут наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Витрати розклинювального матеріалу.

№ пп	Тип транспортного засобу	Середньорічна інтенсивність дорожніх транспортних засобів на добу	Коефіцієнт Приведення до легкового автомобіля	Приведення легкових автомобілів	Коефіцієнт Приведення до розрахункового навантаження	Розрахунок транспортних засобів
1	2	3	4	5	6	7
1	Легкові	1143	1,0	1143	0,000996	1,10
2	Вантажні легкі	137	1,5	206	0,00132	0,18
3	Вантажні середні	251	2,5	628	0,06502	16,32
4	Вантажні важкі	168	3,5	588	1,86754	313,75
5	Автобуси середні	37	3,0	111	0,47038	17,40
6	Автобуси важкі	26	5,0	130	1,42854	37,14
7	Тягачі з напівприцепом	82	6,0	493	2,28768	187,59
8	Тягачі з причепом	66	5,0	330	1,90295	125,59
9	разом	1910		3629		699

Таблиця 4.2 – Вихідні дані до розрахунку дорожнього одягу

№ пп	Параметр	Одиниця вимірювання	Показник	Обґрунтування
1	Технічна категорія Автомобільної дороги		II	ДБН В.2.3-4:2015
2	Тип дорожнього одягу		Капітальний	Табл. 8.1 ДБН В.2.3-4:2015
3	Нормативне статичне навантаження на вісь А2	кН	115	тбл. Б додатку Б ДБН В.2.3-4:2015
4	Нормативне статичне навантаження на поверхню покриття від колеса розрахункового автомобіля	кН	57,5	табл. В додатку Б ДБН В.2.34:2015
5	Тиск повітря в шині	МПа	0,8	табл. Б додатку Б ДБН В.2.34:2015
6	Діаметр відбитка колеса Dн	м	0.303	табл. Б додатку Б ДБН В.2.34:2015
7	Діаметр відбитка колеса Dд	м	0.345	табл. Б додатку Б ДБН В.2.34:2015
8	Термін служби покриття зі щибеново- мастикового асфальтобетону	років	12	табл. Е додатку Е ДБН В.2.34:2015
9	Термін служби цементобетонного покриття років 21 табл. Е додатку Е ДБН В.2.3	років	21	табл. Е додатку Е ДБН В.2.34:2015
10	Дорожньо-кліматичний район		III	табл. Г додатку Г ДБН В.2.34:2015
11	Район за умовами роботи асфальтобетонного покриття		A-6	табл. Д додатку Д ДБН В.2.34:2015
12	Річний приріст інтенсивності дорожнього руху	%	2	Довідка замовника

#### **4.2 Встановлення вихідних конструкцій для подальшого розрахунку дорожнього одягу**

Проектування дорожнього одягу і земляного полотна є єдиним процесом конструювання та розрахунку дорожньої конструкції на міцність, морозостійкість і осушення, а також техніко-економічне обґрунтування варіантів.

Проектують дорожні одяги поетапно, завданнями конструювання

дорожнього одягу є визначення типу покриття, вибір матеріалів для влаштування шарів одягу і розміщення їх в конструкції у такій послідовності, щоб якнайкраще проявились їх вантажорозподільна та деформаційна спроможності, міцність і теплофізичні властивості, установлення кількості шарів та їх орієнтованих товщин, визначення морозо – або теплозахисних заходів, а також заходів з підвищення тріщино – і зсувостійкості шарів, які є чутливими до тепловологих впливів.

Конструювання дорожнього одягу виконувалось за наступними принципами:

- тип покриття, конструкція та конструкція дорожнього одягу повинні задовольняти транспортно – експлуатаційні вимоги, що ставляться до дороги (вулиці) відповідно категорії, а також очікуваним складу та інтенсивності руху;

- конструкцію одягу вибирають типову або розробляють для кожної ділянки дороги або ряду ділянок, якщо вони характеризуються схожими природними умовами та однаковими розрахунковими навантаженнями;

- у відповідних елементах конструкції повинні широко застосовуватися місцеві маломіцні матеріали з попереднім переробленням, або укріпленням ;

- конструкція повинна бути технологічною та передбачати максимальну механізацію дорожньо – будівельних процесів ;

- під час вибору матеріалів для влаштування шарів одягу необхідно враховувати такі положення: оскільки покриття та верхні шари основи приймають значні напруження розтягу та температурні впливи, вони повинні бути монолітними, водо– , і морозо – і термостійкими.

Асфальтобетонні покриття на цементобетонній основі можуть бути одно– , дво – і тришаровими. Товщина шару асфальтобетону визначається розрахунком, але вона не повинна бути меншою ніж 16 – 18 см.

Під час вибору матеріалу для верхнього шару основи необхідно врахувати категорію дороги, тип покриття, а також той факт, що шари, які

містять органічні в'язучі матеріали (ОВМ), мають кращі деформаційні якості та теплофізичні властивості, ніж матеріали або ґрунти, укріплені неорганічними в'язучими. Проте матеріали, які містять ОВМ, за високих додатних температур втрачають зсувостійкість, а за низьких від'ємних температур збільшується їхня крихкість.

На терміни служби асфальтобетонних покриттів впливають відмінності деформативних і теплофізичних показників покриття і основи. Що більше розрізняються міцнісні характеристики і лінійне температурне розширення матеріалів покриття і основи, то гірша їх спільна робота за дії навантажень і особливо за понижених температур, коли виникає небезпека розвитку температурних тріщин.

Необхідно передбачати заходи для запобігання відображенню(копіюванню) тріщин основи на покриття, зокрема забезпечуючи мінімальну товщину шарів із матеріалів, що містять ОВМ і вкладаються на верхній шар основи із матеріалів, укріплених цементом, а саме: неменше 18 см для капітальних дорожніх одягів і 12 см для полегшених.

Нижні і додаткові шари основи повинні разом із верхніми шарами і покриттям забезпечувати необхідні міцність і морозостійкість конструкції, її дренажу здатність. Шари основи, особливо із зернистих матеріалів, повинні опиратись зсувними напруженням. У багатьох випадках доцільно їх зміцнювати в'язучими матеріалами. Рациональна товщина нижніх та додаткових шарів основи з неукріплених кам'яних матеріалів – не більша за 20 см.

Не допускається розташування неукріплених зернистих матеріалів між шарами з матеріалів і ґрунтів, оброблених в'язучими, оскільки в них може накопичуватися вода, що призведе до руйнування у разі її замерзання.

Шар додаткової основи (дренажний чи морозозахисний) влаштовують на всю ширину земляного полотна з виходом на укріплені від розмиву укоси насипу абр з укладанням трубчастих дренажів або інших водовідвідних пристроїв, якщо матеріали цих шарів мають коефіцієнти фільтрації, менші за 1–2 м/д, з

виконанням функцій дренажного шару (подвійне призначення шару). Шар додаткової основи в цьому разі має бути ширшим за вище розташований шар, але не менше ніж 0,5 метри з кожного боку земляного полотна.

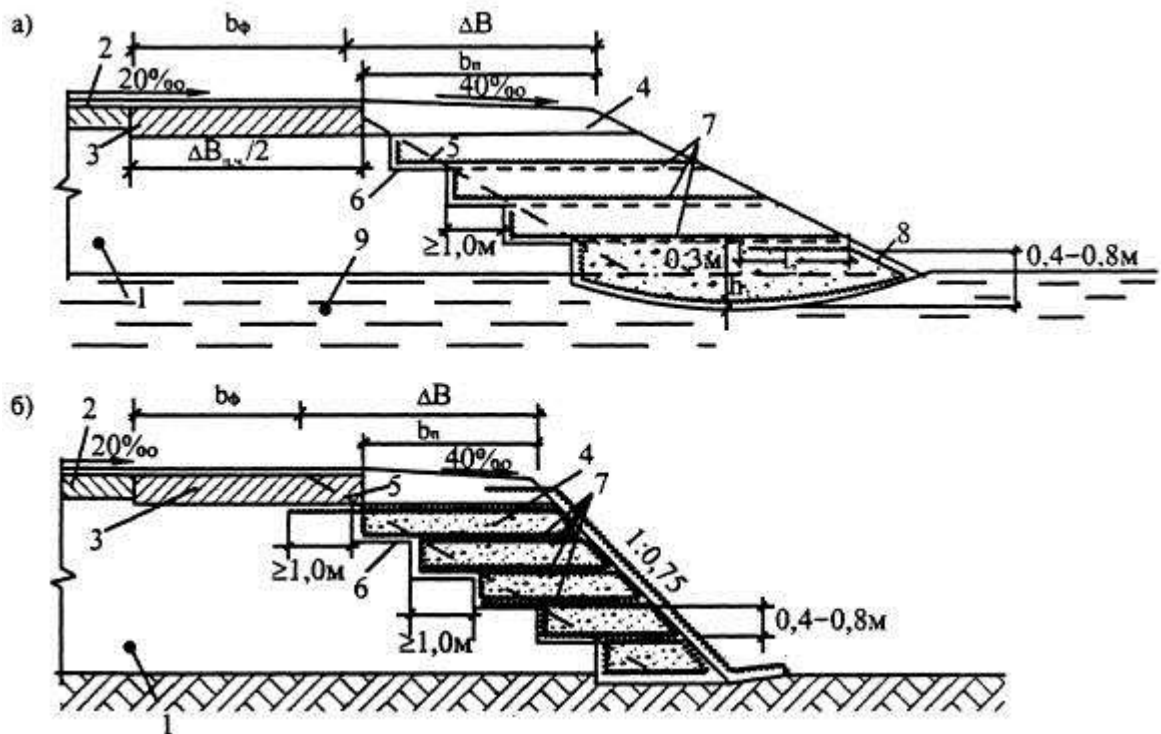


Рисунок 4.3 – Схема розширення узбіччя

У районах і на ділянках з несприятливими погодно – кліматичними і ґрунтово-гідрологічними умовами для обмеження міграції вологи з нижніх шарів земляного полотна у верхні слід передбачати заходи для штучного регулювання водно теплового режиму, збільшення відстані від поверхні покриття до рівня ґрунтових вод (зведення вищого насипу, зниження рівня ґрунтових вод ), застосування для спорудження насипу нездимальних чи малоздимальних ґрунтів, введення до конструкції морозозахисних шарів зі стабільних матеріалів (не змінюють свого об'єму під час промерзання у зволоженому стані), капілярно -переривчастих і водонепроникних прошарків.

Загальну товщину дорожнього одяг слід призначати за розрахунком на міцність і морозостійкість. Якщо загальна товщина за критерієм міцності менша ніж за критерієм морозостійкості, необхідно передбачити додаткові морозозахисні або теплозахисні.

Товщину конструктивного шару визначають, враховуючи процес формування стійкої структури шару та його сполучення з існуючою конструкцією, але завжди більшою у 1,5 разу за розмір найбільшої фракції зерен матеріалу цього шару, а товщина верхнього ущільненого шару асфальтобетону повинна бути не меншою ніж два з половиною діаметри максимального розміру зерна щебню, який використано в конструкції.

Мінімальна товщина шару призначається і з технологічних міркувань, наприклад, для дрібнозернистого асфальтобетону – 5 см, крупнозернистого – 10 см, цементобетону – 16 см, кам'яних матеріалів, оброблених цементом – 8 см, фракційних кам'яних матеріалів – 10(15) см, піску – 15 см.

#### 4.3 Розрахунок варіантів дорожнього одягу

Таблиця 4.3 – категорія дороги II

Розрахункове навантаження	A2	115кН
	p	0,8 МПа
	Dн	30,3
	Dд	34,5см
Розрахункова інтенсивність	Np	699авт/добу

Область будівництва – Луганська

Ґрунт земляного полотна – суглинок легкий, пілуватий, оливковий з озалізненням, світло – коричневий, коричневий, коричнево–бурий, твердої консистенції, з домішками карбонатів до 5%, непросідний.

$$E_{gr}=80 \text{ Мпа}$$

$$f=23^{\circ}$$

$S_{gr}=0,05$ (інженерно–геологічні вишукування, довідник №1 розрахункових характеристик ґрунтів, матеріалів покриття і основи дорожнього одягу та навантажень від транспортних засобів).

Дорожньо – кліматична зона У–ІІІ.

Термін служби дорожнього одягу 14 років (табл Е додатку Е [13])

$$\sum N_p = 0.7 \cdot N_p \frac{K_c}{q^{T_{сл}-1}} \cdot T_{рдр} \cdot K_n \quad (4.1)$$

$$K_c = \frac{q^{T-1}}{q-1} = \frac{1.11^{14}-1}{1.11-1} = 15.97$$

$t=1,32$  коефіцієнт нормованого відхилення від (табл.6.2 [14])

$$K_n=1,49 \text{ табл. 6.5 [14]}$$

$$Q=1,02$$

$$T_{рдр}=130 \text{ табл.6.4 [14]}$$

$$\sum N_p = 0.7 \cdot 699 \frac{30.09}{3.883} \cdot 130 \cdot 1.49 = 1170347$$

Коефіцієнт надійності  $K_n=0.95$  табл. 8.2 [13]

Коефіцієнт міцності  $K_{міцн} = 1,43$  табл. 6.1 [14]

За табл. 6.6 [14] мінімальний потрібний модуль пружності на поверхні дорожнього одягу становить:  $E_{потр}=235\text{МПа}$ .

Мінімальний потрібний модуль пружності під шарами асфальтобетону становить  $E_{потр}=120\text{МПа}$ .

По розрахунку дорожнього одягу на розрахункове навантаження А2 (115 Кн) значення  $E_{потр} = 283\text{МПа}$ .

#### 4.4 Попередня конструкція дорожнього одягу

Таблиця 4.4 Пошаровий розрахунок дорожнього одягу на основі теорії пружного напівпростору

№ пп	Матеріал	Н шару, см	Розрахунок за пружним прогином, Е, МПа
1	Дрібнозернистий щільний асфальтобетон на бітумі БМПА-60/90-53 на основі термопластів	5	5000
2	Крупнозернистий щільний асфальтобетон на бітумі БНД-60/90	10	2000
3	Регенерація існуючих шарів дорожнього одягу оброблена	15	700



	комплексним в'яжучим марки М-20 з додаванням 50% нового мінерального матеріалу ЩПС С-7		
4	Щебінь(існуючий)	30	300

Пошаровий розрахунок дорожнього одягу дорожнього одягу проводять за допомогою номограм.

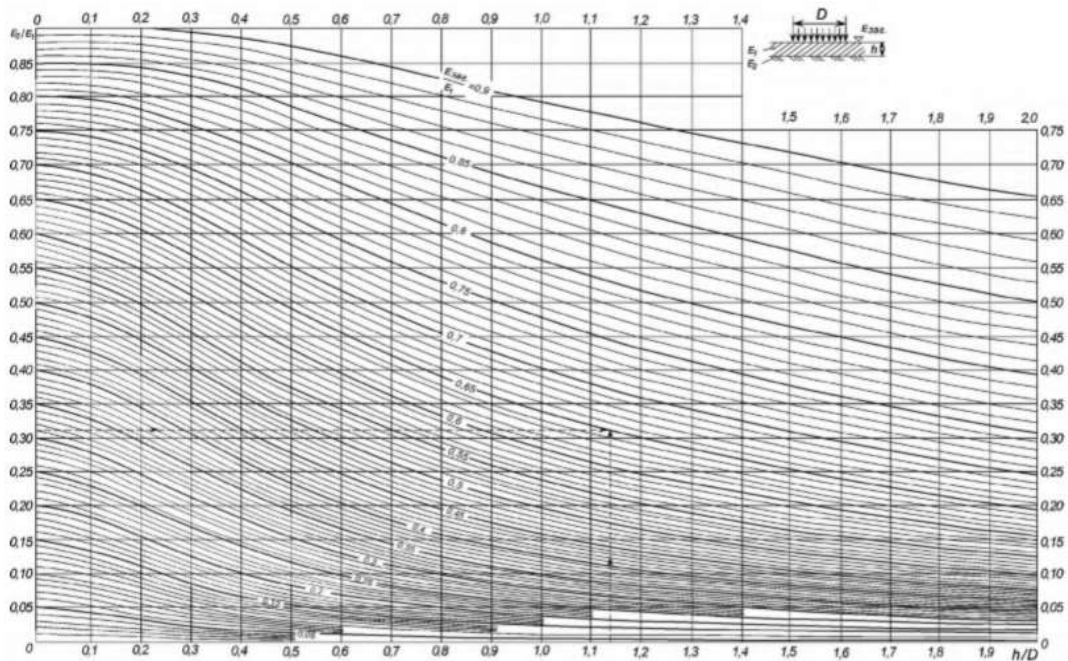


Рис 4.4 – Номограма пошаровий розрахунок дорожнього одягу за [14]

Ця номограма зв'язує відношення модулів  $E_2/E_1$  модулів пружності нижнього і верхнього шарів, відношення  $h/D$  для верхнього шару шару двошарової системи і відношення  $E_{заг}/E_1$  загального модуля пружності на поверхні двошарової системи до модуля пружності верхнього шару.

Пошаровий розрахунок багатошарової конструкції можна вести знизу вгору, починаючи з ґрунту земляного полотна, коли треба визначити загальний модуль пружності конструкції, чи зверху вниз.

Розрахункові значення модуля пружності ґрунтів і матеріалів що містять органічне в'яжуче, необхідно приймати у всіх дорожньо-кліматичних зонах за температури  $10^\circ \text{C}$ .

Загальна товщина верхніх шарів дорожнього одягу

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{ГР}}{E^4} = \frac{80}{300} = 0.27$$

$$\frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{30}{34,5} = 0,87 \text{ за номограмою [14] рис. 4.4}$$

$$\frac{E_{заг}^4}{E^4} = 0,56$$

$$E_{заг}^4 = 0.56 \cdot E^4 = 168$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{гп}}{E^3} = \frac{168}{700} = 0,24$$

$$\frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{15}{34,5} = 0,43 \text{ за номограмою [14] рис. 4.4}$$

$$\frac{E_{заг}^3}{E^3} = 0,38$$

$$E_{заг}^3 = 0.38 \cdot E^3 = 266$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{гп}}{E^2} = \frac{266}{2000} = 0,13$$

$$\frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_2}{D} = \frac{10}{34,5} = 0,29 \text{ за номограмою [14], рис. 4.4}$$

$$\frac{E_{заг}^2}{E^2} = 0,21$$

$$E_{заг}^2 = 0.21 \cdot E^2 = 420$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{гп}}{E^1} = \frac{420}{5000} = 0,08$$

$$\frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_1}{D} = \frac{5}{34,5} = 0,14$$

$$\frac{E_{заг}^1}{E^1} = 0,1 \text{ за номограмою [14], рис. 4.4}$$

$$E_{заг}^1 = 0.17 \cdot E^1 = 500$$

Коефіцієнт надійності:

$$\frac{E_{заг}}{E_{потр}} = \frac{500}{283} = 1,77 > 1,49$$

Умова виконується.

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за умовою зсувостійкості проектується із розрахунку, щоб під дією короткочасного динамічного або статичного навантаження в робочому шарі земляного полотна у незв'язних шарах за строк служби не виникали неприпустимі залишкові деформації. Деформації зсуву в конструкції не будуть накопичуватись, якщо буде забезпечена умова:

$$K_{\text{мц}} \leq \frac{T_{\text{гр}}}{T} \quad (4.2)$$

При розрахунку дорожнього одягу на зсувостійкість у малозв'язних шарах, багатошарову дорожню конструкцію приводять до двошарової розрахункової моделі, де за нижній приймають шар малозв'язного матеріалу (з його характеристиками); модуль пружності приймають рівним загальному модулю пружності на поверхні цього шару. За верхній шар приймають всі вище розташовані шари. Товщину верхнього шару  $h_v$  приймають рівною сумі товщини шарів, що розташовані на малозв'язним шаром дорожнього одягу

$$(\sum_{i=1}^n h_i) \quad (4.3)$$

Діючі в ґрунті активні напруження зсуву:

$$T_a = \bar{\tau}_n \cdot p \quad (4.4)$$

Для визначення  $\bar{\tau}_n$  конструкція дорожнього одягу приводиться до двошарової.

В якості нижнього шару приймається суглинок важкий, пілуватий, твердої консистенції, коричневий.

Модуль пружності верхнього шару моделі:

$$E_v = 1075 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_B}{E_H} = \frac{1075}{80} = 13,4$$

$$\frac{h_B}{D} = \frac{45}{34,5} = 1,3$$

$$\varphi_N = \varphi \cdot k_{N\varphi} = 9,43 \cdot 0,164501111 \text{ рад}$$

$$\bar{\tau}_H = 0,016$$

$$T_a = 0,0128$$

$$C_N = c \cdot K_{NC} = 0,024$$

$$Z_{OP} = 60 \text{ см}$$

$$\varphi_{cp} = 23^\circ$$

$$Y_{cp} = 0,002 \text{ кг/см}^2$$

$$T_{гр} = 0,0260 \text{ МПа}$$

$$K_{міцн} = \frac{T_{гр}}{T_a} = \frac{0,0260}{0,0128} = 2,03$$

Коефіцієнт надійності:

$$K_{міцн} = 2,03 > 1,48$$

Умова виконується.

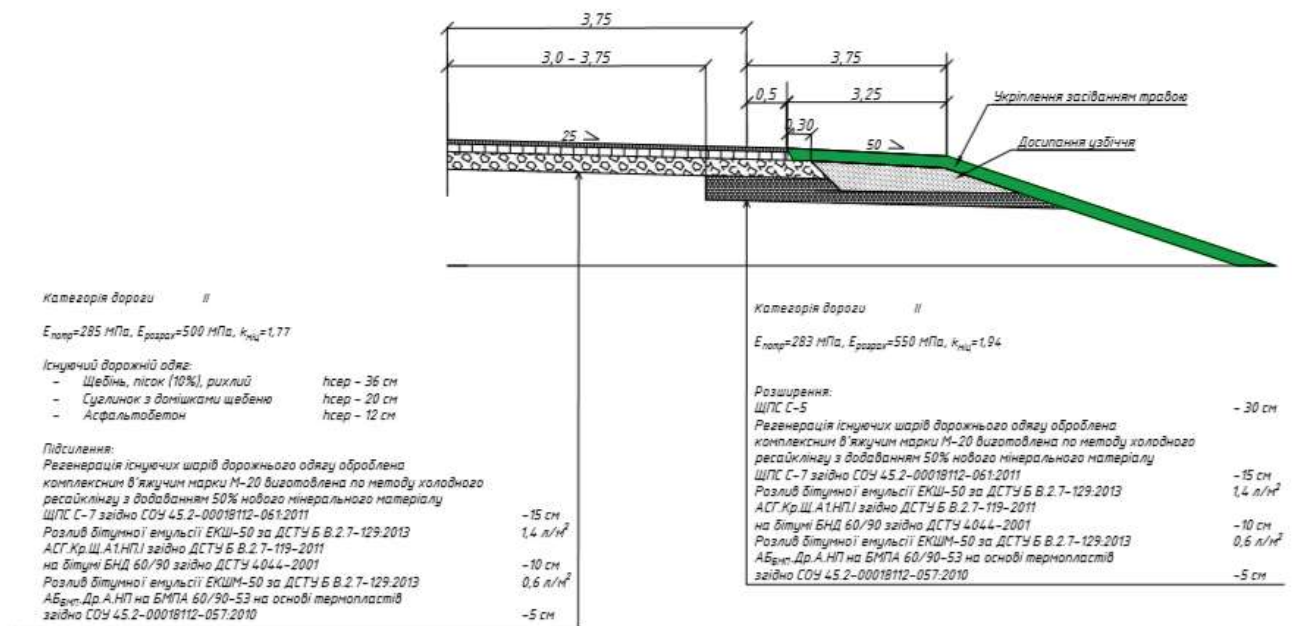


Рисунок 4.5 – Перший варіант дорожнього одягу

Розрахункові значення модуля пружності ґрунтів і матеріалів що містять органічне в'язуче, необхідно приймати у всіх дорожньо кліматичних зонах за температури 10° С.

Загальна товщина верхніх шарів дорожнього одягу

$$E_{гр}=80 \text{ Мпа}$$

$$f = 23^{\circ}$$

$$C_{гр}=0,05$$

$$K_c = \frac{q^T - 1}{q - 1} = \frac{1.11^{14} - 1}{1.11 - 1} = 15.97$$

$$t=1,32$$

$$K_n=1,49$$

$$Q=1,02$$

$$T_{рдр}=130$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{rp}}{E^4} = \frac{80}{300} = 0.27$$

$$\frac{h_{III}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{30}{34,5} = 0,87 \text{ за номограмою [14]. 4.4}$$

$$\frac{E_{3ar}^4}{E^4} = 0,57$$

$$E_{3ar^4} = 0.56 \cdot E^4 = 171$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{rp}}{E^3} = \frac{168}{700} = 0,43$$

$$\frac{h_{III}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{15}{34,5} = 0,43 \text{ за номограмою [14], рис.4.4}$$

$$\frac{E_{3ar}^3}{E^3} = 0,57$$

$$E_{3ar^3} = 0.38 \cdot E^3 = 228$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{rp}}{E^2} = \frac{266}{2000} = 0,07$$

$$\frac{h_{III}}{D} = \frac{h_2}{D} = \frac{10}{34,5} = 0,29 \text{ за номограмою [14], рис. 4.1}$$

$$\frac{E_{3ar}^2}{E^2} = 0,11$$

$$E_{3ar^1} = 0.21 \cdot E^1 = 352$$

$$4) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{rp}}{E^1} = \frac{420}{5000} = 0,07$$

$$\frac{h_{III}}{D} = \frac{h_1}{D} = \frac{5}{34,5} = 0,14$$

$$\frac{E_{3ar}^1}{E^1} = 0,09 \text{ за номограмою [14], рис. 4.1}$$

$$E_{3ar^1}^1 = 0.17 \cdot E^1 = 450$$

Коефіцієнт надійності:

$$\frac{E_{\text{заг}}}{E_{\text{потр}}} = \frac{500}{283} = 1,59 > 1,49$$

Умова виконується.

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за умовою зсувостійкості проектується із розрахунку, щоб під дією короткочасного динамічного або статичного навантаження в робочому шарі земляного полотна у незв'язних шарах за строк служби не виникали неприпустимі залишкові деформації. Деформації зсуву в конструкції не будуть накопичуватись, якщо буде забезпечена умова:

$$K_{\text{мц}} \leq \frac{T_{\text{гр}}}{T} \quad (4.5)$$

Товщину верхнього шару  $h_{\text{в}}$  приймають рівною сумі товщини шарів, що розташовані на малозв'язним шаром дорожнього одягу

$$(\sum_{i=1}^n h_i) \quad (4.6)$$

Діючі в ґрунті активні напруження зсуву:

$$T_a = \bar{\tau}_h \cdot p \quad (4.7)$$

Для визначення  $\bar{\tau}_h$  конструкція дорожнього одягу приводиться до двошарової.

Модуль пружності верхнього шару моделі:

$$E_{\text{в}} = 1200 \text{ МПа}$$

$$\frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{н}}} = \frac{1200}{80} = 15,0$$

$$\frac{h_{\text{в}}}{D} = \frac{45}{34,5} = 1,3$$

$$\varphi_N = \varphi \cdot k_{N\varphi} = 9,43 \cdot 0,164501111 \text{ рад}$$

$$\bar{\tau}_h = 0,016$$

$$T_a=0,0136$$

$$C_N = c \cdot K_{NC}=0,024$$

$$Z_{OP}=60 \text{ см}$$

$$\varphi_{cp}=23^\circ$$

$$Y_{cp}=0,002 \text{ кг/см}^3$$

$$T_{гр} = 0,0260 \text{ МПа}$$

$$K_{міцн} = \frac{T_{гр}}{T_a} = \frac{0,0260}{0,0136} = 1,91$$

Коефіцієнт надійності:

$$K_{міцн}=1,91>1,48$$

Умова виконується.

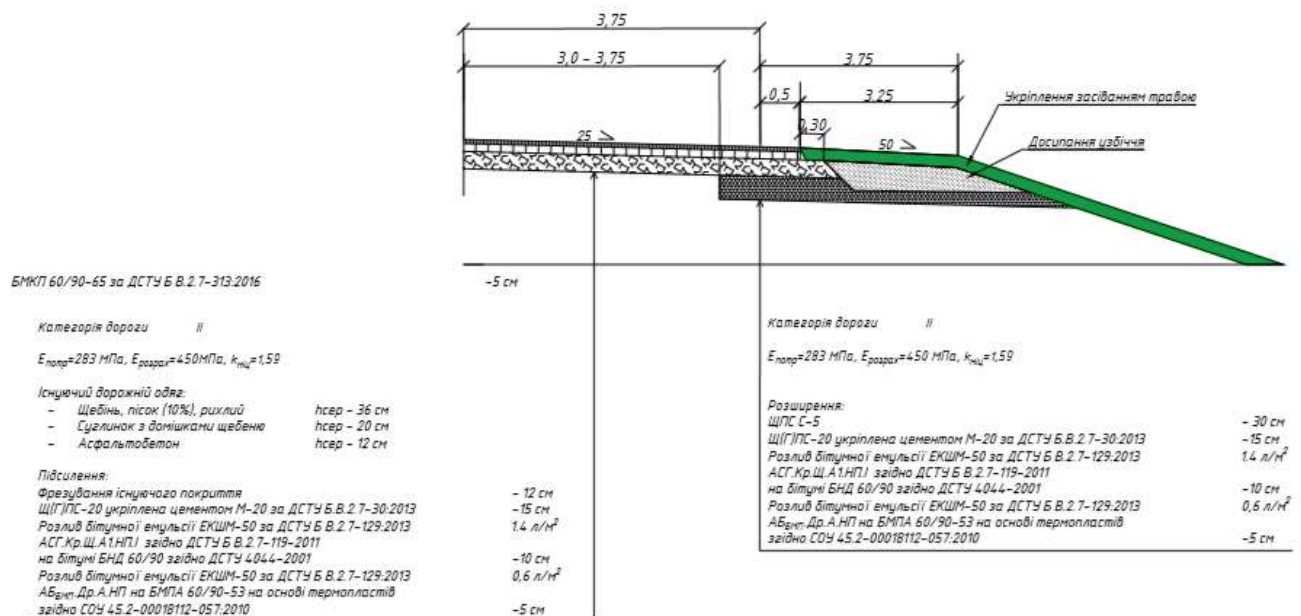


Рисунок 4.6 – Другий варіант дорожнього одягу

## 4.5 Обґрунтування вибору варіанту дорожнього одягу

Застосування технологій повторного використання асфальтобетону



при будівництві, реконструкції або ремонті покриттів в умовах збільшення цін на дорожньо – будівельні матеріали, енергію, обмеженість капіталовкладень в будівництво та експлуатацію доріг, екологічних проблем що стрімко розвиваються в країні, дуже актуальні.

Відновлення втрачених пружньо–в’язких пластичних властивостей в’язучого до їх початкового стану шляхом пластифікації постарілого матеріалу нафтовими гудронами (бітумними напівфабрикатами) або відпрацьованими моторними маслами в кількості 0,3 – 0,7 по масі. Внаслідок цього вдасться запобігти надлишкової міцності регенованого асфальтобетону, та покращити його деформаційні властивості, зберегти потрібну водостійкість.

Техніко – економічними дослідженнями встановлено, що за рахунок використання технології регенерування та повторного використання асфальтобетону що відпрацював свій термін роботи економічний ефект по запропонованому технологічному варіанту досягається в розмірі 123 308 973 грн на ремонт автомобільної дороги довжиною 7.615 км, 1 км ремонту буде коштувати 16 192 905 грн, 1 м<sup>2</sup> коштуватиме 1717 грн.

Варіант дорожнього одягу був обраний за результатами технічно-економічних параметрів, які наведено нижче в діаграмах.

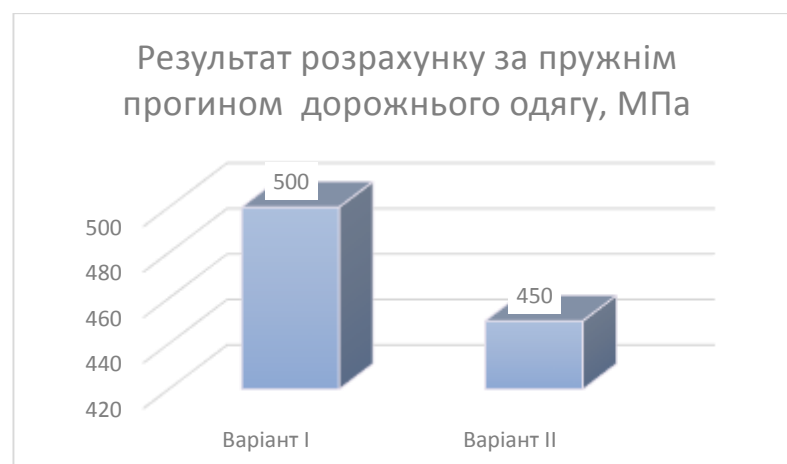


Рисунок 4.7 – Результати розрахунку за пружнім прогином дорожнього одягу

На рисунку 4.7 наведено результати розрахунку за пружнім прогином дорожнього одягу. За порівнянням двох варіантів, обидва результати задовільні, але обираємо перший варіант тому що, його міцності характеристики вищі ніж в опонента .

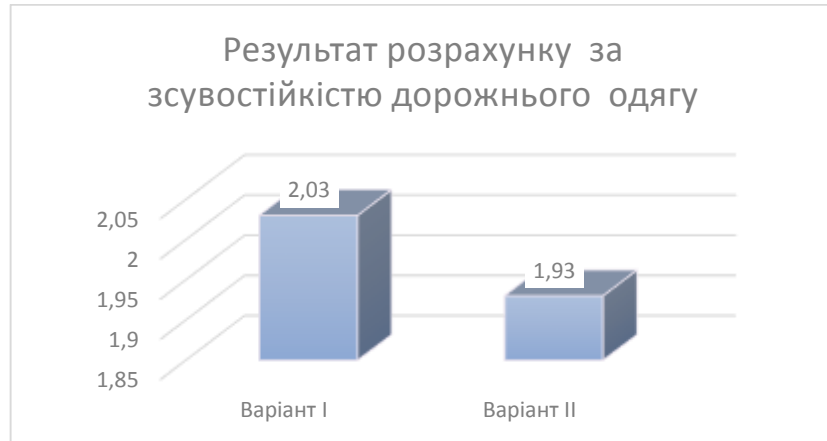


Рисунок 4.8 – Результат розрахунку за зсувостійкістю дорожнього одягу

На рисунку 4.8 зображено результати розрахунку на зсувостійкість, за яким визначено що обидва показники  $K_{міцн}$  вищі ніж обов'язковий коефіцієнт 1.48, тому обираємо I варіант оскільки він вищий за показником зсувостійкості.

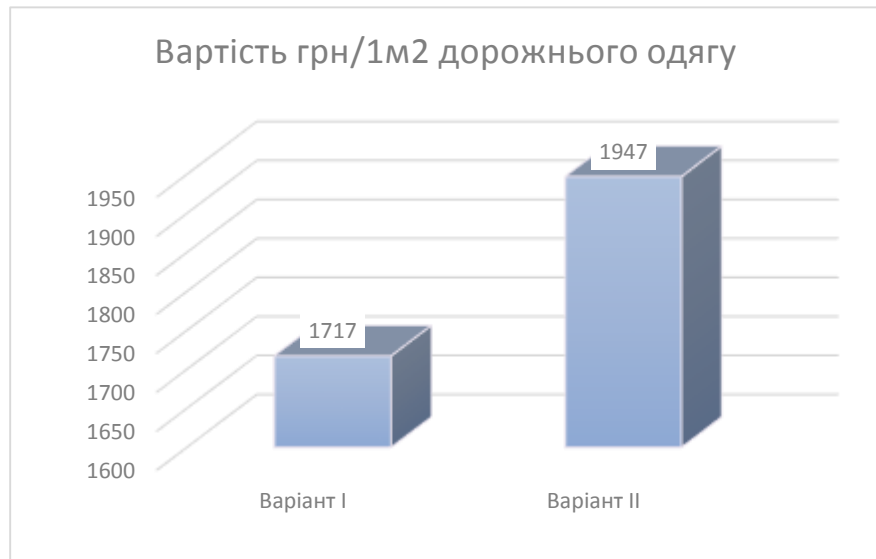


Рисунок 4.9 – Вартість грн/1 м<sup>2</sup> Дорожнього одягу

На рисунку 4.9 зображено показники вартості за 1 м<sup>2</sup> дорожнього одягу, за результатом порівняння більш економічно–вигідним є I варіант тому обираємо його.

За результатами порівнянь обрано I варіант так як він є більш економічно-вигідним, а також його характеристики міцності є кращими ніж у II варіанті, тому для подальшого проектування обрано варіант I.

## 5. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для вирішення питань з покращення технічних характеристик дорожнього покриття в магістерській роботі запропоновано один з видів капітального ремонту автомобільної дороги, оснований на регенерації існуючих шарів дорожнього одягу оброблених комплексним в'язучим, так званий «холодний ресайклінг». Ця технологія не нова у світі, але тільки з 2014 року в Україні дорожно-будівельні організації закупили відповідну техніку, що дозволило проектним організаціям широко застосовувати дану технологію. В основі цієї технології лежить повторне використання фрезованого асфальтобетонного покриття, укріплену в'язучими матеріалами, як основу нового дорожнього покриття. Ці заходи забезпечують міцність, зсувостійкість автодорожнього покриття, при цьому ця технологія дозволяє економити на новому матеріалі.

Відновлення втрачених пружньо-в'язких пластичних властивостей в'язучого до їх початкового стану шляхом пластифікації постарілого матеріалу нафтовими гудронами (бітумними напівфабрикатами) або відпрацьованими моторними маслами в кількості 0,3 – 0,7 по масі. Внаслідок цього вдасться запобігти надлишкової міцності регенованого асфальтобетону, та покращити його деформаційні властивості, зберегти потрібну водостійкість.

Техніко – економічними дослідженнями встановлено, що за рахунок використання технології регенерування та повторного використання асфальтобетону що відпрацював свій термін роботи економічний ефект по запропонованому технологічному варіанту досягається в розмірі 123 308 973 грн на ремонт автомобільної дороги довжиною 7,615 км, 1 км ремонту буде коштувати 16 192 905грн, 1 м<sup>2</sup> коштуватиме 1717 грн. При цьому вартість 1 м<sup>2</sup> при використанні класичного конструювання дорожнього одягу становить 1947 грн.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1.Павленко Н. В. Особенности распределения напряжений в конструкциях дорожных одежд переходного типа / Н. В. Павленко, В. Н. Ряпухин // Науковий вісник будівництва. – Х. : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2008. – Вип. 46. С. 120–124.
- 2.Гамеляк Е. А. Встановлення параметрів режиму руху транспортних засобів для проектування дорожнього одягу /І.П. Гамеляк, В. Ф. Райковський// Національний транспортний університет, м. Київ ,2010р. – С. 182–125.
3. Куцман О.М., Мозговий В.В., Онищенко А.М., Ольховий Б.Ю., Опрощенко І.О., Баран С.А., Різніченко О.С. Оцінка довговічності асфальтобетонного покриття шляхом випробування асфальтобетону на 196 стійкість до накопичення залишкових деформацій. // Вісник НТУ. Серія «Технічні науки»: наук.-тех. збірник. – 2016. – Вип. 1 (34). – С.283-293.
- 4.Гнатов А.В. Спосіб виконання дорожньої розмітки та автоматичного керування рухом автотранспортних засобів/А.В. Гнатов, Щ. В.Аргун, Г. А. Гнатова//Автомобильный транспорт 2018. Вып№(43)//DOI: 10.30977/AT.2219-8342.2018.43.0.106. – С. 106–110.
- 5.Умное шоссе. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5%D1%88%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B5>
- 6.Мозговий В.В. Сучасні методи колієстійкості нежорсткого дорожнього покриття / В.В. Мозговий, А.М. Онищенко, М.В. Гаркуша, С.Ю. Аксьонов//
- 7.Саркісян Г.С. Формування бази метаданих ГІС «АВТОМОБІЛЬНА ДОРОГА»для моніторингу і кадастру автомобільних доріг ./Г.С. Саркісян, В.М. Ряпухін//Вісник ХНАДУ 2019,вип №(84)// DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.84.0.55. – С. 55–61.
- 8.Гладун С.А. Обґрунтування кількості вимірювань для достовірної оцінки міцності дорожнього одягу /С. А. Гладун, Ф.П. Гончаренко//Науково-виробничий журнал №1-2(243-244) 2015р. – С. 42–45.

9. Кірічек Ю.О. Застосування ресурсозберігаючих технологій при проектуванні дорожніх одягів автомобільних доріг / Ю.О. Кірічек, Ю.Б. Балашова, В.В. Дем'яненко, К.С. Руденко / Придніпровська державна академія будівництва та архітектури м. Дніпро. – С. 637–648.
10. Геотекстиль [Електронний ресурс] Режим доступу:  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C>
11. Гамеляк І.П. Аналіз транспортно-експлуатаційних показників стану автомобільних доріг державного значення / І.П. Гамеляк, В.Ф. Райковський // Науково-виробничий журнал №1(237)-2014р. – С. 24–28.
12. Ольховий Б.Ю. Підвищення якості асфальтобетонного покриття за рахунок добавок, що забезпечують технологічність укладання і ущільнення гарячих асфальтобетонних сумішей / Б.Ю. Ольховий // міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк, 2012. Випуск №36 – С. 220–226.
13. Мозговий В.В. / Міцність дорожнього одягу – основа якості автомобільних доріг // В.В. Мозговий, А.М. Онищенко, О.М. Куцман, С.А. Бараян // Науково-виробничий журнал №4(234) липень-серпень 2013р. – С. 32–35.
14. Дробишинець С.Я. Щебенево-Мастиковий асфальтобетон, як ефективний матеріал для влаштування дорожнього покриття / С.Я. Дробишинець // Містобудування та територіальне планування. – С. 254–259.
15. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. 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. – К., 2015. – 104 с.
16. Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування [Текст]: ГБН В.2.3-37641918-559:2019 / затв. Мінрегіон України 22.02.2019 р. № 120 / Міністерство регіонального розвитку, та будівництва України. – К., 2019. – 63 с
17. НПА ОП 45.2-7.02-12 Охорона праці і промислова безпека у будівництві