Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра
на тему

Поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342

Розробив: **Тимоха Максим Сергійович**
студент гр. 601-БА,
освітньо-професійна програма
«Автомобільні дороги, вулиці та дороги
населених пунктів»
№ з.к. 9555042

Керівник: М**іщенко Роман Анатолійович**
к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг,
геодезії, землеустрою та сільських будівель

Рецензент: **Слінчук Павло Борисович**
начальник відділу інвестиційно-кошторисної
роботи, будівництва, реконструкції та
капітального ремонту
Служби автомобільних доріг
у Полтавській області

Полтава 2022

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

до кваліфікаційної роботи магістра
на тему

Поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342

Розробив: **Тимоха Максим Сергійович**
студент гр. 601-БА,
освітньо-професійна програма
«Автомобільні дороги, вулиці та дороги населених пунктів»
№ з.к. 9555042

Консультанти:

розділ 1	**к.т.н., доц. Карюк А.М.**
розділ 2	**к.т.н., доц. Гасенко Л.В.**
розділ 3	**к.т.н., доц. Ільченко В.В.**
розділ 4	**к.т.н., доц. Ільченко В.В.**
розділ 5	**к.т.н., доц. Биба В.В.**

Допустити до захисту
зав. кафедрою **к.т.н., доц. Литвиненко Т.П.**

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою

Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

Ступінь вищої освіти «магістр»
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітня програма «Автомобільні дороги, вулиці та дороги населених пунктів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедри _____ Литвиненко Т.П.

« __ » _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу магістра

Тимоха Максим Сергійович

1. Тема кваліфікаційної роботи

Поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342

керівник *к.т.н., доцент Міщенко Роман Анатолійович*

затверджені наказом по університету від « 12 » серпня 2022 р. № 544-ф,а

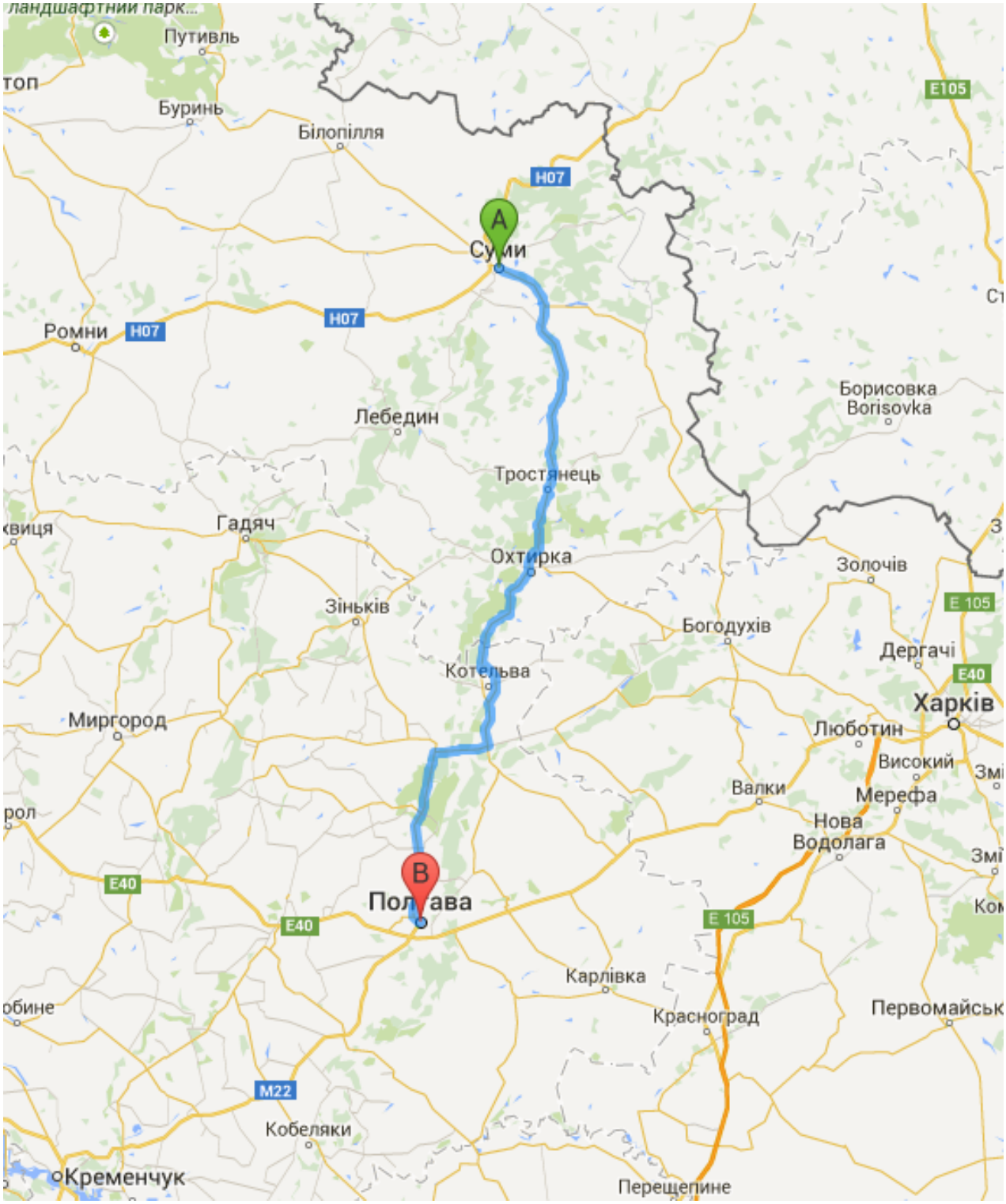
2. Строк подання кваліфікаційної роботи « 12 » грудня 2022 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:
− *схема прокладання та місцеві умови ділянки автомобільної дороги*
− *транспортно-експлуатаційні показники ділянки автомобільної дороги*
− *основні технічні норми автомобільних доріг загального користування*

4. Зміст текстового матеріалу (перелік питань, що належить розробити)
1. Аналіз транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги
2. Обґрунтування проектних рішень
3. Технологічна частина
4. Організаційна частина
5. Економічна частина

5. Перелік графічного матеріалу
- *графічний супровід результатів дослідження*

Схема прокладання автомобільної дороги
Суми – Полтава



Основні норми проектування автомобільних доріг II-III категорій (згідно ДБН В.2.3-4:2015)

Параметри	Категорія	
	II	III
Розрахункова перспективна середньорічна добова інтенсивність руху, в транспортних одиницях	3000 − 10000	1500 − 3000
Розрахункова перспективна середньорічна добова інтенсивність руху, приведена до легкового авто	5000 − 14000	2500 − 5000
Розрахункова швидкість руху, км/год	120 100 (60)	100 80 (50)
Кількість смуг руху, шт.	2	2
Ширина, м: смуги руху проїзної частини узбіччя зупинкової смуги з укріпленою смугою узбіччя укріпленої смуги узбіччя	 3,75 7,5 3,75 2,0 0,75	 3,5 7,0 2,5 - 0,5
Найбільший поздовжній похил, ‰	40 50 (70)	50 60 (80)
Найменша відстань видимості, м: для зупинки автомобіля зустрічного автомобіля	 250 200 (85) 450 350 (170)	 200 150 (75) 350 250 (130)
Найменші радіуси кривих, м: у плані у поздовжньому профілі: опуклих угнутих	 800 600 (150) 15000 10000 (2500) 5000 3000 (1500)	 600 300 (100) 10000 5000 (1500) 3000 2000 (1200)
Рекомендована довжина прямої у плані, м	2000-3500 2000-3500 (1500-2000)	2000-3500 1500-2000 (1000-1500)

Примітка: у чисельнику наведено норми для рівнинної (основної) місцевості, у знаменнику − для пересіченої, в дужках – гірської місцевості.

Кліматичні характеристики району будівництва
Полтавська область (Полтава) II ДКЗ

Показники	Величини за місяцями											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t_п$, °С	-6,9	-6,4	-1,3	7,6	15,0	18,3	20,6	19,7	14,3	7,4	0,6	-4,5
А, мм	41	39	37	41	50	71	70	58	36	49	46	47
$h_с$, см	9	12	7	•						•	•	4
$t_{пг}$, °С	-7	-7	-2	8	18	22	24	22	15	7	0	-4
$h_{пг}$, см	48	62	60								11	32
v, м/с	5,7	6,2	6,1	5,4	4,8	4,0	3,9	3,9	4,0	4,7	5,6	5,9
В	Пд Зх	Сх	Сх	Сх	Пн Сх	Пн Сх	Пн Зх	Пн Зх	Зх	Зх	Сх	Сх
$Т_в$, дн	9,6	9,9	21,4								23,0	12,7
$Т_5$, дн	1,1	1,1	1,5	2,2	2,8	4,0	3,8	2,9	2,0	2,6	2,5	2,0
$Т_т$, дн	12	9	7	4	0,9	1	0,6	0,7	1	5	10	11
$Т_х$, дн	8	7	6	0,6						0,3	2	5
$Т_п$, дн	3	3	1	0,04							0,07	1
$Т_г$, дн				0,8	4	7	9	6	2	0,3		

$t_п$ - середньомісячна температура повітря
А - середня кількість опадів
$h_с$ - середня місячна висота снігового покриву
$t_{пг}$ - середня місячна температура поверхні ґрунту
$h_{пг}$ - глибина промерзання ґрунту
v - середня місячна швидкість вітру
В - переважаючий напрям вітру

$Т_в$ - кількість днів із відлигою
$Т_5$ - кількість днів з опадами, більшими ніж 5 мм
$Т_т$ - середня кількість днів із туманом
$Т_х$ - середня кількість днів із хуртовиною
$Т_п$ - середня кількість днів із поземкою
$Т_г$ - середня кількість днів із грозою

Тимоха М.С. Поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342. – Полтава, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. – ___ с.

Кваліфікаційна робота магістра на тему «Поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342» присвячена аналізу фактичних умов роботи та розробленню системи заходів щодо поліпшення технічного рівня й експлуатаційного стану автодороги загального користування Н-12 Суми – Полтава відповідно до діючих норм в дорожній галузі.

Мета кваліфікаційної роботи – поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342.

Задачі дослідження:

– провести аналіз фактичних умов роботи та визначити відповідність нормативним вимогам ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342;

– обґрунтувати систему заходів щодо поліпшення технічного рівня та експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342;

– розробити проектні пропозиції щодо проведення капітального ремонту ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава км 145+551 − км 149+629.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, загальних висновків, списку використаної літератури та додатка. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить ___ сторінки текстової частини та 12 слайдів графічного матеріалу.

Ключові слова: автомобільні дорога, технічний рівень, експлуатаційний стан, дорожній одяг, відновлення, капітальний ремонт

Зміст

Вступ

Розділ 1.
Аналіз транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги

1.1. Загальна характеристика об’єкту дослідження ..

1.2. Характеристика району проходження дороги ..

1.3. Оцінка інтенсивності та складу транспортного потоку ..

1.4. Визначення транспортно-експлуатаційних показників ..

1.4.1. Міцність дорожнього одягу ..

1.4.2. Зчіпні якості дорожнього покриття ..

1.4.3. Рівність поверхні дорожнього покриття ..

1.5. Оцінювання безпеки руху на дорозі ..

1.6. Оцінювання умов руху на дорозі ..

1.7. Аналіз відповідності дороги вимогам руху ..

Розділ 2.
Обґрунтування проектних рішень

2.1. Загальні положення ..

2.2. Характеристика району будівництва ..

2.3. Обґрунтування способу відновлення дорожнього одягу ..

2.4. Будівельні рішення ..

2.4.1. Загальні положення ..

2.4.2. Підготовка території будівництва ..

2.4.3. Земляне полотно ..

2.4.4. Дорожній одяг ..

2.4.5. Облаштування дороги ..

				601-БА 9555042 ПЗ			
Розробив	Тимоха М.С.			Поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342	Стадія	Аркуш	Аркушів
					КРМ		
Керівник	Ільченко В.В.						
					Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Кафедра АДГЗтаСБ		
.							
Затвердив	Литвиненко Т.П.						

Розділ 3.
Технологічна частина

3.1. Загальні положення ..

3.2. Визначення складу технологічних процесів ..

3.3. Визначення параметрів спеціалізованих потоків ..

3.4. Розрахунок потреби в дорожньо-будівельних матеріалах ..

3.5. Розрахунок потреби в автотранспорті ..

3.6. Розрахунок потреби в технологічному транспорті ..

3.7 Технологія влаштування дорожнього одягу ..

Розділ 4.
Організаційна частина

4.1. Загальні положення ..

4.2. Основні технічні та конструктивні параметри дороги ..

4.3. Визначення обсягів дорожньо-будівельних робіт ..

4.4. Обгрунтування термінів дорожньо-ремонтних робіт ..

4.5. Розрахунок потреби матеріально-технічних ресурсів ..

4.6. Розрахунок потреби і організація роботи автотранспорту ..

Розділ 5.
Економічна частина

5.1. Загальні положення ..

5.2. Договірна ціна ..

5.3. Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва ..

5.4. Об’єктний кошторисний розрахунок ..

5.5. Локальний кошторисний розрахунок ..

Загальні висновки ..

Список використаної літератури ..

Додаток А.
Форми збору даних про транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги

Вступ

Автомобільний транспорт упевнено тримає лідерство щодо обсягів вантажних і пасажирських перевезень порівняно з водним, повітряним та залізничним видами транспорту. В умовах ринкових відносин одним з важливих напрямків загальноекономічної діяльності дорожньої галузі є розвиток внутрішньодержавних та міжнародних перевезень, що сприяє розвитку в країні виробничої сфери, культурних зв'язків і туризму.

Розвиток автомобільного транспорту неможливий без подальшого розширення мережі доріг, відповідного поліпшення транспортно-експлуатаційних характеристик дорожніх споруд та забезпечення їх високої надійності. Переважна більшість автомобільних доріг України – це дороги загального користування, що є державною власністю. Вони закріплені на правах господарського відання за Державною службою автомобільних доріг України, яка проводить технічну й соціальну політику щодо їх розвитку.

В зв'язку з підвищенням вимог до капітальності доріг вартість дорожнього будівництва зростає. Це потребує пошуку проектних рішень, які базуються на детальному розрахунку особливостей перевезень та місцевих природних умов. Враховуючи скрутне економічне становище в галузі дорожнього будівництва, нове будівництво автомобільних доріг ведеться в дуже малих об'ємах. Тоді постає питання про те як зберегти вже існуючі дороги, покращити їх експлуатаційні якості та продовжити термін служби. Це можливо при утриманні, виконанні ремонту чи реконструкції всього комплексу споруд дороги, забезпечення високих техніко-економічних показників роботи автомобільного транспорту.

При плануванні робіт з ремонту та утримання автомобільних доріг у першочерговому порядку необхідно передбачати заходи щодо безпеки дорожнього руху на основі обліку та аналізу ДТП, результатів обстежень і огляду автомобільних доріг.

Завданням *поточного ремонту та утримання* автомобільних доріг полягає у підтриманні їх транспортно-експлуатаційних якостей шляхом усунення незначних пошкоджень, що виникли в процесі експлуатації, та у постійному догляді за дорогою, шляховими спорудами та смугою відводу, утриманні їх у чистоті і порядку, виявленні перешкод дорожнього руху та забезпечення їх усунення.

При *капітальному ремонті* відбувається відновлення та підвищення транспортно-експлуатаційних якостей доріг і споруд, приведення їх геометричних параметрів, показників міцності та інших технічних характеристик згідно з вимогами діючих правил, норм і стандартів відповідно до категорії дороги та з урахуванням дорожніх умов і інтенсивності руху.

Всі види ремонту проводяться комплексно по всіх елементах і спорудах дороги на ділянці, що ремонтується, і виконуються відповідно до проектно-кошторисної документації, розробленої в установленому порядку.

Мета дослідження − поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342.

Задачі дослідження:

− провести аналіз транспортно-експлуатаційних показників ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342;

− розробити план заходів щодо поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автодороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342;

− розробити проектні пропозиції щодо проведення капітального ремонту на ділянці автомобільної дороги Суми – Полтава.

Об’єкт дослідження: автомобільна дорога Суми – Полтава.

Предмет дослідження: транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги Суми – Полтава на ділянці від км 145+551 до км 174+342.

Розділ І.

Аналіз транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги

1.1. Загальна характеристика автомобільної дороги

1.1.1 Територіальні умови району

Автомобільна дорога національного значення Н-12 Суми − Полтава (рис. 1) починається від м. Суми, проходить через Тростянець, Охтирку, Котельву, Опішню, Диканьку та закінчується в м. Полтаві.

Загальна протяжність автодороги Н-12 складає 174,342 км., у т.ч. на території Полтавської області − 67,942 км.

2.

3. Рис. 1.1. Схема прокладання автомобільної дороги Н-12 Суми − Полтава

3.1.

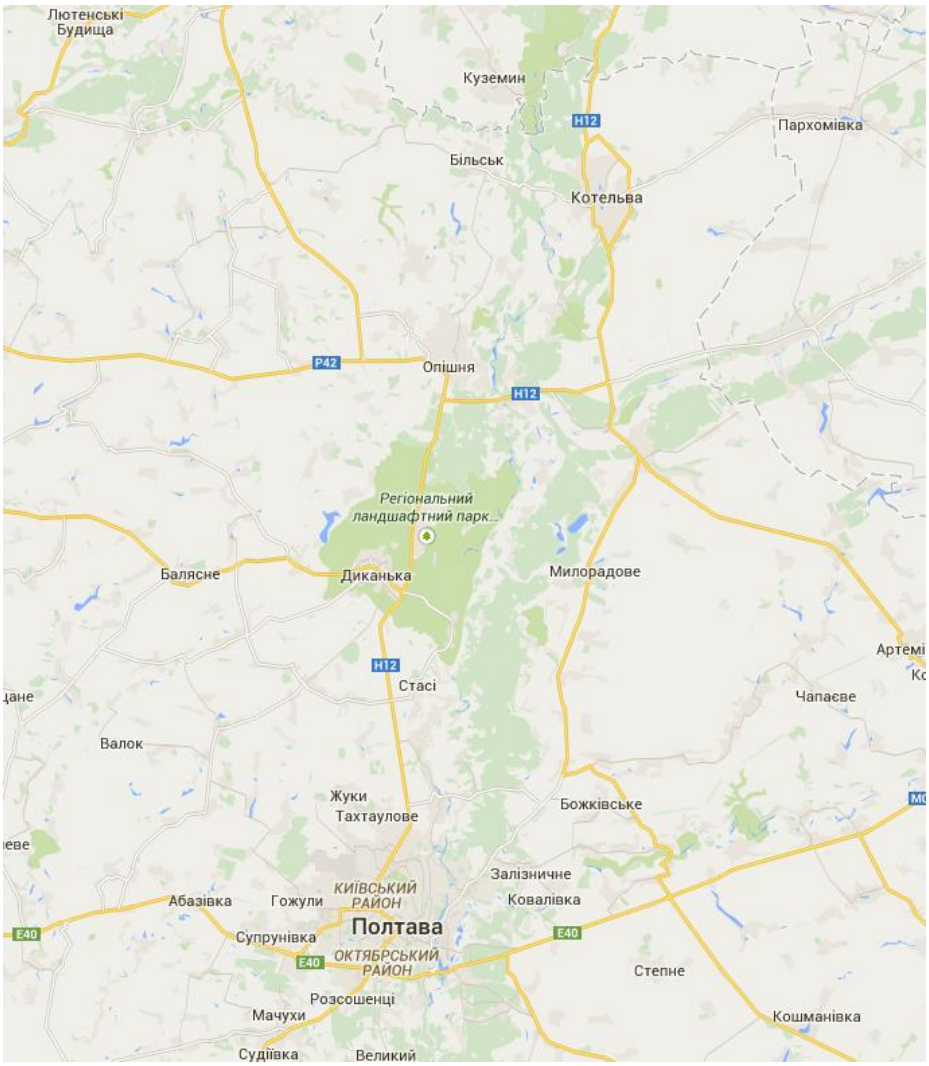
На території Полтавської області (рис. 2) автодорога Н-12 Суми − Полтава починається від адміністративної межі Котелевського району Полтавської обл. та Охтирського району Сумської обл. (км 106+400) і закінчується в передмісті Полтави (км 174+342). В околицях м. Полтава вона сполучається з дорогами М-03 Київ − Харків − Довжанський та М-22 Полтава − Олександрія.

Ділянка автодороги Н-12 Суми − Полтава від км 106+400 до км 174+342 обслуговується філіями ДП «Полтавський облавтодор», зокрема:

− км 106+400 ... км 137+502 − «Котелевський райавтодор»;

− км 137+502 ... км 145+551 − «Зіньківський райавтодор»;

− км 145+551 ... км 174+342 − «Диканський райавтодор».



4. Рис. 1.2. Схема прокладання автомобільної дороги Н-12 Суми − Полтава на ділянці від км 106+400 до км 174+342

1.2. Характеристика району проходження дороги

Рельєф місцевості.

У геоморфологічному відношенні місцевість, де проходить ділянка автомобільної дороги Н-12 Суми − Полтава від км 145+551 до км 174+342, належить до Полтавської рівнини. Рельєф місцевості інколи порізаний глибокими ярами, але в більшості слабопересічений та придатний відведення поверхневих вод від траси.

Природно-кліматичні умови району.

За природними та кліматичними умовами район будівництва відноситься до У-ІІ природньо-кліматичної зони.

Температурні характеристики району:

- температура найбільш холодної доби: $t_1^{0.98} = -30\ ^oC$;
  $t_1^{0.92} = -27\ ^oC$;
- температура найбільш холодної 5-денки: $t_5^{0.98} = -24\ ^oC$;
  $t_5^{0.92} = -21\ ^oC$;
- абсолютна мінімальна температура $-32\ ^oC$;
- абсолютна максимальна температура $+39\ ^oC$;
- середньорічна температура $+7{,}2\ ^oC$;
- середня температура найбільш холодного періоду $-10\ ^oC$;
- середня температура найбільш жаркого періоду $+20{,}3\ ^oC$.

Кліматичні характеристики району:

- середня товщина снігового покрову 80 мм ;
- вага снігового покрову 70 кг/м^2 ;
- найбільша глибина промерзання 1,0 м ;
- нормативне вітрове навантаження 30 кг/м^2 ;
- кількість опадів за рік 585 мм ;
- добовий максимум опадів 178 мм

Дорожньо-кліматичний експлуатаційний графік

Кліматичні умови району прокладання дороги подаються у вигляді дорожньо-кліматичного експлуатаційного графіка, який складається із двох частин: верхня – кліматологічна, яка будується на основі спостережень метеорологічних служб для району, де проходить дана ділянка дороги, або за даними кліматологічних довідників; нижня – технологічна, котра визначає терміни проведення певних видів дорожньо-ремонтних робіт.

У *графі 1* технологічної частини графіка наводять дані про строки й тривалість періодів весняного та осіннього бездоріжжя, з якими пов'язане зниження несучої здатності дороги через надлишкове зволоження ґрунтів земляного полотна. У ці періоди дорожня служба повинна здійснювати заходи щодо поліпшення умов роботи дорожнього одягу.

Тривалість періоду весняного бездоріжжя $T_{вб}$, діб, починається від дати переходу температури повітря навесні через 0°С і орієнтовно може бути визначена за формулою

$$T_{вб} = \frac{1}{\alpha_m}(5 + 0.7h_{max}),$$

де α_m – кліматичний коефіцієнт, що характеризує середню швидкість відтаювання ґрунту, см/добу;

h_{max} – максимальна середня багаторічна глибина промерзання ґрунту для даного району, см.

Тривалість періоду осіннього бездоріжжя $T_{об}$, діб, визначається, як правило, від дати Z_0, коли середньомісячна температура повітря восени становить +3…+4 °С, а закінчується датою Z_1, яка збігається з температурою повітря 0°С.

$$T_{об} = Z_1 - Z_0 .$$

У *графі 2* технологічної частини графіка наводять календарні строки проведення земляних лінійних (Л) і зосереджених (С) робіт та їх календарну тривалість.

У *графі 3* наводять початок та тривалість періоду з температурою повітря від +15 ºС, який визначає період проведення дорожньо-будівельних робіт із використанням матеріалів, оброблених в'язкими бітумами, та влаштування поверхневих обробок дорожніх покриттів.

У *графі 4* визначають період роботи при температурі повітря від +15 ºС навесні до +10 ºС восени – це період роботи з використанням матеріалів, оброблених органічними в'яжучими.

У *графі 5* установлюють періоди роботи при температурах повітря від +10 ºС навесні до +5 ºС восени − період проведення робіт із використанням асфальтобетонних сумішей, а також мінеральних матеріалів, оброблених рідкими бітумами чи іншими органічними в'яжучими.

У *графі 6* визначають період із температурою повітря вище від 0 ºС – період ремонтів щебеневих та гравійних основ і покриттів, штучних споруд тощо.

У *графу 7* заносять кількість можливих простоїв у днях для кожного місяця року: у чисельнику – з причини дощів, у знаменнику – з причини сильних заметілей та морозів.

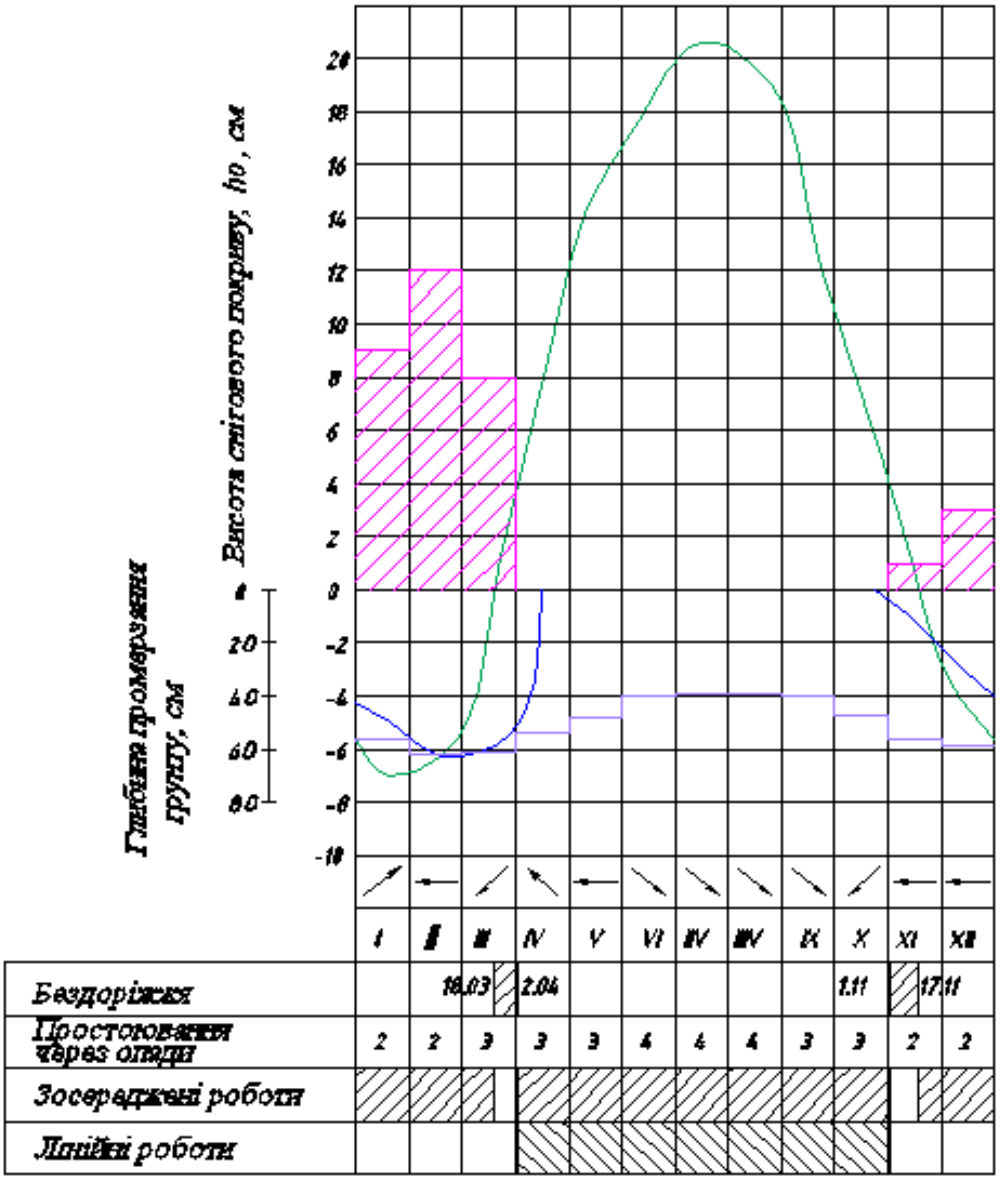
У *графі 8* наводять: у чисельнику тривалість періоду боротьби зі снігом, у знаменнику – тривалість періоду або кількість днів з ожеледицею.

У *графі 9* указують періоди можливого виникнення просідань дорожнього одягу навесні та восени, котрі визначаються залежно від періодів бездоріжжя (див. графу 1): осінній період приймається на 7 днів раніше від осіннього бездоріжжя і закінчується одночасно з ним; весняний період починається на 7 днів раніше й закінчується на 7 днів пізніше від весняного бездоріжжя.

У *графі 10* визначають період розкривання вирів, який починається на 3-5 днів раніше і закінчується на 4-6 днів пізніше від весняного періоду бездоріжжя (див. графу 1).

Періоди виконання ремонтних робіт установлюють на основі аналізу верхньої кліматологічної частини графіка та відповідних розрахунків.

Дорожньо-кліматичний експлуатаційний графік



1.3. Оцінка інтенсивності та складу транспортного потоку

Середньодобова інтенсивність руху транспортних засобів на ділянці автомобільної дороги Н-12 Суми − Полтава від км 145+551 до км 174+342 станом на 2013 рік складає 2578 авто/добу, при цьому розподіл потоку за типами транспортних засобів такий, од. (%):

− легкові автомобілі − 980 (38%);
− вантажні автомобілі <2 т. − 464 (18%);
− вантажні автомобілі 2-6 т. − 258 (10%);
− вантажні автомобілі 6-14 т. − 309 (12%);
− вантажні автомобілі >14 т. та автопотяги − 361 (14%);
− автобуси − 206 (8 %).

Згідно вимог ДБН В.2.3-4:2007 ділянка автодороги Н-12 на 2013 рік за інтенсивність руху належить до ІІІ-ї категорії.

Перспективна інтенсивність руху N_t становить:

$$N_t = N_o \times (1+\frac{p}{100})^{n-1},$$

де N_0 − фактична інтенсивність руху, авт./добу; n − кількість років до строку перспективи; p − темп приросту інтенсивності руху, p = 3 %.

Розрахунок перспективної інтенсивності руху ведемо в табличній формі

Розрахункові роки	Інтенсивність руху по видах автомобілів, авт/добу			Загальна інтенсивність руху	Коефіцієнт сезонності
	легкові	вантажні	автобуси		
2013	980	1392	206	2578	К=1,5
2018	1103	1567	232	2902	
2023	1278	1816	269	3364	
2028	1482	2106	312	3899	
2033	1718	2441	362	4521	

1.4. Визначення транспортно-експлуатаційних показників

1.4.1. Міцність дорожнього одягу

Відповідність міцності дорожнього одягу вимогам руху оцінюємо за величиною коефіцієнта запасу міцності $K_{зм}$:

$$K_{зм} = \frac{E_ф}{E_н} ,$$

де $E_ф$ – фактичний модуль пружності дорожнього одягу (див. табл. 1), МПа;

$E_н$ – необхідний модуль пружності дорожнього одягу з урахуванням інтенсивності дорожнього руху, МПа;

$$E_н = 26\ ln\ N_p + 81 ,$$

де N_p − розрахункова інтенсивність руху N_p, зведена на одну смугу, авт/добу

$$N_p = (\Sigma N_i \times k_i) \times f_n ,$$

де N_i , k_i – відповідно добова інтенсивність руху та коефіцієнти зведення до розрахункового автомобіля i-ої вагової групи транспортний засобів (коефіцієнти зведення: легко вантажні – 0,09; середньо вантажні – 0,26; великі вантажні − 0,71; важкі вантажні – 1,67; автобуси – 0,71);

f_n − коефіцієнт, що враховує число смуг руху (при двох смугах руху f_n = 0,55).

N_p = (0+464×0,09+258×0,26+309×0,71+361×1,67+206×0,71)×0,55= 593 авт/добу.

$$E_н = 26\ ln\ 593 + 81 \approx 250 \text{ МПа},$$

Результати розрахунку коефіцієнта запасу міцності $K_{зм}$ наведено у табл. 1.1.

Міцність дорожнього одягу є достатньою, якщо виконується умова

$$K_{зм} \geq K_{м.доп.} ,$$

де $K_{м.доп.}$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності, при інтенсивності руху 2578 авт/добу $K_{м.доп.}$ = 0,95.

Таблиця 1

Розрахунок коефіцієнта запасу міцності $K_{зм}$

Ділянка				$E_ф$, МПа	$K_{зм}$
від		до			
145	+551	146	+000	168	0,67
146	+000	147	+000	171	0,68
147	+000	148	+000	165	0,66
148	+000	149	+000	180	0,72
149	+000	150	+000	160	0,64
150	+000	151	+000	184	0,74
151	+000	152	+000	212	0,85
152	+000	153	+000	214	0,86
153	+000	154	+000	217	0,87
154	+000	155	+000	167	0,67
155	+000	156	+000	210	0,84
156	+000	157	+000	219	0,88
157	+000	158	+000	222	0,89
158	+000	159	+000	231	0,92
159	+000	160	+000	240	*0,96*
160	+000	161	+000	205	0,82
161	+000	162	+000	211	0,84
162	+000	163	+000	223	0,89
163	+000	164	+000	191	0,76
164	+000	165	+000	186	0,74
165	+000	166	+000	205	0,82
166	+000	167	+000	218	0,87
167	+000	168	+000	209	0,84
168	+000	169	+000	233	0,93
169	+000	170	+000	250	*1,00*
170	+000	171	+000	242	*0,97*
171	+000	172	+000	232	0,93
172	+000	173	+000	189	0,76
173	+000	174	+000	169	0,68
174	+000	174	+342	173	0,69

Примітка: курсивом виділено значення коефіцієнта, що відповідає нормативним вимогам

1.4.2. Зчіпні якості дорожнього покриття

Відповідність зчіпних якостей проїзної частини дорожнього покриття вимогам руху оцінюємо за величиною відносного коефіцієнта зчеплення K_φ

$$K_\varphi = \frac{\varphi_ф}{\varphi_{доп}},$$

де $\varphi_ф$, $\varphi_{доп}$ – відповідно фактичні та допустимі для даних умов руху ($\varphi_{доп}$ = 0,45) значення коефіцієнта зчеплення.

Відповідність зчіпних якостей проїзної частини дорожнього покриття вимогам руху наведено у табл. 3.

Зчіпні якості проїзної частини є достатніми, якщо виконується умова

$$K_\varphi > 1.0.$$

1.4.3. Рівність поверхні дорожнього покриття

Відповідність рівності поверхні проїзної частини дорожнього покриття вимогам руху оцінюємо за величиною коефіцієнта рівності $K_р$

$$K_р = \frac{S_ф}{S_н},$$

де $S_ф$, $S_{доп}$ – відповідно фактичні та допустимі ($S_{доп}$ = 150 см/км) значення показника рівності проїзної частини.

Відповідність рівності поверхні проїзної частини дорожнього покриття вимогам руху наведено у табл. 2.

Рівність поверхні проїзної частини є достатньою, якщо виконується умова

$$K_р < 1.0.$$

Таблиця 2

Розрахунок відносного коефіцієнта зчеплення K_φ

Ділянка				E_ϕ, МПа		K_φ	
від		до		права	ліва	права	ліва
145	+551	146	+000	0,39	0,39	0,87	0,87
146	+000	147	+000	0,33	0,33	0,73	0,73
147	+000	148	+000	0,31	0,31	0,69	0,69
148	+000	149	+000	0,35	0,35	0,78	0,78
149	+000	150	+000	0,32	0,32	0,71	0,71
150	+000	151	+000	0,45	0,43	*1,00*	0,96
151	+000	152	+000	0,32	0,32	0,71	0,71
152	+000	153	+000	0,33	0,34	0,73	0,76
153	+000	154	+000	0,33	0,34	0,73	0,76
154	+000	155	+000	0,36	0,36	0,80	0,80
155	+000	156	+000	0,33	0,33	0,73	0,73
156	+000	157	+000	0,33	0,33	0,73	0,73
157	+000	158	+000	0,33	0,33	0,73	0,73
158	+000	159	+000	0,37	0,37	0,82	0,82
159	+000	160	+000	0,37	0,37	0,82	0,82
160	+000	161	+000	0,43	0,41	0,96	0,91
161	+000	162	+000	0,43	0,41	0,96	0,91
162	+000	163	+000	0,42	0,42	0,93	0,93
163	+000	164	+000	0,39	0,4	0,87	0,89
164	+000	165	+000	0,38	0,38	0,84	0,84
165	+000	166	+000	0,4	0,41	0,89	0,91
166	+000	167	+000	0,42	0,42	0,93	0,93
167	+000	168	+000	0,4	0,39	0,89	0,87
168	+000	169	+000	0,37	0,37	0,82	0,82
169	+000	170	+000	0,35	0,35	0,78	0,78
170	+000	171	+000	0,35	0,35	0,78	0,78
171	+000	172	+000	0,35	0,35	0,78	0,78
172	+000	173	+000	0,37	0,37	0,82	0,82
173	+000	174	+000	0,37	0,37	0,82	0,82
174	+000	174	+342	0,37	0,37	0,82	0,82

Примітка: курсивом виділено значення коефіцієнта, що відповідає нормативним вимогам

Таблиця 3

Розрахунок коефіцієнта рівності покриття $K_р$

Ділянка				$S_ф$		$K_р$	
від		до		права	ліва	права	ліва
145	+551	146	+000	127	132	*0,98*	1,02
146	+000	147	+000	104	119	*0,80*	*0,92*
147	+000	148	+000	134	157	1,03	1,21
148	+000	149	+000	101	130	*0,78*	1,00
149	+000	150	+000	117	118	*0,90*	*0,91*
150	+000	151	+000	140	150	1,08	1,15
151	+000	152	+000	99	108	*0,76*	*0,83*
152	+000	153	+000	111	116	*0,85*	*0,89*
153	+000	154	+000	124	114	*0,95*	*0,88*
154	+000	155	+000	112	111	*0,86*	*0,85*
155	+000	156	+000	126	145	*0,97*	1,12
156	+000	157	+000	127	115	*0,98*	*0,88*
157	+000	158	+000	111	115	*0,85*	*0,88*
158	+000	159	+000	107	94	*0,82*	*0,72*
159	+000	160	+000	82	98	*0,63*	*0,75*
160	+000	161	+000	95	102	*0,73*	*0,78*
161	+000	162	+000	128	130	*0,98*	1,00
162	+000	163	+000	101	121	*0,78*	*0,93*
163	+000	164	+000	85	92	*0,65*	*0,71*
164	+000	165	+000	84	99	*0,65*	*0,76*
165	+000	166	+000	98	79	*0,75*	*0,61*
166	+000	167	+000	103	111	*0,79*	*0,85*
167	+000	168	+000	105	116	*0,81*	*0,89*
168	+000	169	+000	124	139	*0,95*	1,07
169	+000	170	+000	121	89	*0,93*	*0,68*
170	+000	171	+000	98	85	*0,75*	*0,65*
171	+000	172	+000	85	92	*0,65*	*0,71*
172	+000	173	+000	127	91	*0,98*	*0,70*
173	+000	174	+000	222	114	1,71	*0,88*
174	+000	174	+342	208	110	1,60	*0,85*

Примітка: курсивом виділено значення коефіцієнта, що відповідає нормативним вимогам

1.5. Оцінювання безпеки руху на дорозі

Розрахунок коефіцієнтів аварійності

Оцінювання стану безпеки руху на дорозі виконуємо за допомогою коефіцієнтів аварійності $К_{ав}$:

$$К_{ав} = \bigcup_{i=1}^{17} К_{ai} \ ,$$

де $К_{ai}$ – частковий коефіцієнт аварійності, який характеризує певну ознаку дорожніх умов.

Частковий коефіцієнт аварійності $К_{ai}$ являє собою відношення кількості дорожньо-транспортних подій на даній ділянці дороги з деякою характерною для цієї ділянки ознакою до кількості ДТП на еталонній ділянці. За еталонну прийнята горизонтальна ділянка дороги з двома смугами руху, з шириною проїзної частини 7,5 м, шорстким покриттям і укріпленими узбіччями при добовій інтенсивності руху 5000 одиниць.

Установлені статистичним шляхом значення часткових коефіцієнтів аварійності для різних ознак дорожніх умов.

Для отримання наочної картини розподілу коефіцієнтів аварійності за довжиною дороги та полегшення практичного їх використання з метою призначення заходів для підвищення безпеки руху будуємо графік коефіцієнтів аварійності.

Оцінку стану безпеки руху на ділянках дороги за підсумковим коефіцієнтом аварійності $К_{ав}$ здійснюємо шляхом порівнянням значень цих коефіцієнтів із наступними нормативним показниками:

$0 \le К_{ав} < 10$	безпечно
$10 \le К_{ав} < 20$	малонебезпечно
$20 \le К_{ав} < 40$	небезпечно
$К_{ав} \ge 40$	дуже небезпечно

1.6. Оцінювання умов руху на дорозі

Оцінювання стану умов руху на дорозі виконуємо за допомогою коефіцієнта забезпечення розрахункової швидкості руху $К_{рш}$, який визначається за мінімальним значенням часткових коефіцієнтів $К_{рш\,і}$.

$$К_{рш\,і}* = К_{рш\,і}^{min}.$$

Оцінювання транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги в цілому виконують за величиною комплексного показника

$$К_{рш\,д} = \frac{\sum_{i=1}^{n} К_{рш\,і}* \cdot l_i}{L},$$

де $К_{рш\,і}*$ – значення часткового коефіцієнта забезпечення розрахункової швидкості на кожній ділянці дороги довжиною l_i ;

L – загальна довжина дороги (ділянки дороги даної категорії), км

1.7. Аналіз відповідності дороги вимогам руху

В основу планування ремонтних робіт закладено оцінку основних транспортно-експлуатаційних показників ділянки дороги. При цьому вид і характер ремонтних робіт визначається співвідношенням відповідних показників, котрі наведено у таблиці 4

Таблиця 4

Призначення видів ремонтних робіт

Показник	Види робіт			
	експлу-атаційне утри-мання	ремонт		рекон-струкція
		поточний	капіталь-ний	
Коефіцієнт запасу міцності $K_м$	> 1,0	≥ 1,0	< 1,0	< 1,0
Коефіцієнт рівності $K_р$	< 1,0	< 1,0	> 1,0	> 1,0
Коефіцієнт відносного зчеплення $K_φ$	> 1,0	> 1,0	< 1,0	< 1,0
Коефіцієнт аварійності (підсумковий) $K_{ав}$	< 10	10 – 20	20 – 40	> 40
Коефіцієнт забезпеченості розрахункової швидкості $K_{рш}$	1,0	0,75 – 1,0	0,5 – 0,75	< 0,5

Капітальний ремонт може проводитись також за недостатньої морозостійкості дорожньої конструкції внаслідок утворення значних деформацій одягу внаслідок нерівномірного звирення.

Якщо на окремих ділянках фактична інтенсивність руху стає вище нормативної для доріг даної категорії, виникає необхідність реконструкції, як правило окремих перегонів або ділянок, які мають самостійне економічне значення. У разі, якщо на найближчі 1-2 роки планується проведення реконструкції, капітальний ремонт не проводиться, а підтримання дороги в належному стані здійснюється за рахунок поточного ремонту. При співпаданні термінів проведення капітального й поточного ремонтів останній не планують і не проводять.

Стан дорожнього одягу характеризують за такими признаками:

– *нормальний стан* – дорожній одяг має малозношену поверхню покриття та достатню міцність (коефіцієнт міцності $K_м \geq 1{,}0$), забезпечує рух транспорту з розрахунковою швидкістю;

– *незадовільний стан* – дорожній одяг має зношене покриття, не має достатньої міцності ($1{,}0 > K_м > 0{,}8$ для доріг I-III категорії та $0{,}9 > K_м > 0{,}65$ для IV-V категорій), рух транспорту швидкістю, що встановлена для даної категорії, не забезпечується.

Для візуальної оцінки міцності дорожнього одягу й рівності покриття за видами деформацій руйнувань інколи використовують бальну шкалу:

– I бал – поверхня проїзної частини рівна, поперечний профіль збережено; деформації, що характерні для недостатньої міцної конструкції, відсутні; швидкість руху не обмежується;

– II бали – поперечний профіль місцями спотворений; можуть бути окремі неглибокі просідання по смугах накату з характерною сіткою тріщин з малими чарунками. На дорогах I-III категорій при проїзді вантажних автомобілів з навантаження на вісь 10 кН, а на дорогах IV-V категорій – з навантаженням на вісь 6 кН одяг ледь прогинається без утворення залишкових деформацій;

– III бали – поперечний профіль значно спотворений, на поверхні покриття є нерівності, які обумовлені недостатньою міцністю дорожнього одягу. При проїзді вантажних автомобілів одяг сильно деформується з утворення залишкових деформацій і проломів.

У окремих випадках стан проїзної частини характеризують проміжним балом I-II, яким оцінюють ділянки, на проїзній частині яких лише починають з’являтися деформації, що свідчить про роботу конструкції на межі міцності: поперечний профіль ледь спотворений, прослідкуються вузькі (волосяні) поздовжні тріщини посередині смуг накату, інколи мають місце рідкі поперечні тріщини.

Розділ 2.
Обґрунтування проектних рішень

2.1. Вихідні дані

Аналіз транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342, який наведено в розділі 1, свідчить про необхідність проведення майже на всій протяжності даної ділянки дороги заходів з капітального ремонту з метою доведення міцності дорожнього одягу до нормативних вимог та вимог існуючого транспортного потоку.

Розглянемо заходи з капітального ремонту автомобільної дороги Суми − Полтава на ділянці км 145+551− км 149+629.

Конструкція дорожнього одягу автомобільної дороги Суми − Полтава на ділянці на ділянці км 145+551− км 149+629 складається з таких шарів:

− асфальтобетон − 6+6 см

− чорний щебінь − 8 см

− бруківка − 16 см

Технічні параметри автомобільної дороги Суми − Полтава на ділянці від км 145+551 до км 149+629:

Параметр	Од.вим.	К-ть
Ширина земляного полотна, м	м	15,0
Ширина проїзної частини, м	м	7,0
Ширина смуг руху, м	м	3,5
Ширина узбіччя (ліве/праве), м	м	4,0 / 4,0
Ширина укріпленої смуги узбіччя, м	м	0,50
Поздовжній похил	‰	до 20

За технічними параметрами ділянка автомобільної дороги Суми − Полтава від км 145+551 до км 149+629 відповідає вимогам ІІІ-ї технічної категорії, проте потребує підсилення конструкції дорожнього одягу .

2.2. Характеристика району будівництва

Район прокладання ділянки автомобільної дороги Суми − Полтава від км 145+551 до км 149+629 відноситься до У-ІІ дорожньо-кліматичної зони.

Ґрунт земляного полотна − суглинок.

В геоморфологічному відношенні район розміщений в межах Полтавської рівнини.

Рельєф місцевості на ділянці робіт має рівнинний характер.

Несприятливих фізико-геологічних процесів на ділянці робіт не виявлено.

Товщина ґрунтово-рослинного шару на укосах земляного полотна становить 0,15 − 0,25 м.

Проектна ділянка прокладена по існуючому земляному полотну і вісь траси співпадає з віссю дороги.

Гідрологічні умови району проектування задовільні, стік поверхневих вод забезпечений рельєфом, ґрунтові води свердловинами пробуреними на трасі, не виявлені.

За характером і ступенем зволоження місцевості ділянка дороги, що проектуються, відноситься до першого типу.

2.3. Обґрунтування способу відновлення дорожнього одягу

Конструкція дорожнього одягу автомобільної дороги Суми − Полтава на ділянці на ділянці км 145+551− км 149+629:

верхній шар покриття − дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 6,0 см, модуль пружності E_4 = 2400 МПа;

нижній шар покриття − дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 6,0 см, модуль пружності E_3 = 2000 МПа;

верхній шар основи − «чорний» щебінь товщиною 8,0 см, модуль пружності E_2 = 600 МПа;

нижній шар основи − бруківка з колотого каменю товщиною 16,0 см, модуль пружності E_1 = 300 МПа;

земляне полотно − суглинок, $E_{гр}$ = 50 МПа

Розрахунок конструкції дорожнього одягу проводимо згідно рекомендацій ВБН В.3.2-218-186-2004:

$E_{гр} / E_1 = 50 / 300 = 0{,}17$; $h_1 / D_p = 16{,}0 / 37 = 0{,}43$;

$E_{заг}' = 0{,}30\ E_1 = 0{,}30 \times 300 = 90$ МПа;

$E_{заг}' / E_2 = 90 / 600 = 0{,}15$; $h_2 / D_p = 8{,}0 / 37 = 0{,}22$;

$E_{заг}'' = 0{,}20\ E_2 = 0{,}20 \times 600 = 120$ МПа;

$E_{заг}'' / E_3 = 120 / 2000 = 0{,}06$ $h_3 / D_p = 6{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}''' = 0{,}08\ E_3 = 0{,}08 \times 2000 = 160$ МПа;

$E_{заг}''' / E_4 = 160 / 2400 = 0{,}07$; $h_4 / D_p = 6{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}'''' = 0{,}09\ E_4 = 0{,}09 \times 2400 = 216$ МПа.

$E_{заг}'''' = E_ф = 216$ МПа.

Враховуючи розрахункову інтенсивність руху на 2013 рік в кількості 593 авт/добу маємо потрібний модуль пружності $E_п$ = 250 МПа.

Коефіцієнт запасу міцності $K_{зм} = E_ф / E_п = 216 / 250 = 0{,}86 < K_{зм.доп} = 0{,}95$, отже існуюча конструкція дорожнього одягу потребує підсилення.

На 2033 рік перспективна розрахункова інтенсивність руху буде складати 1039 авт/добу, тому модуль пружності має бути не менше ніж $E_п$ = 270 МПа.

Для підсилення конструкції дорожнього одягу розглянемо три варіанти:

– варіант №1 – влаштування нових шарів покриття без заміни існуючого дорожнього одягу (традиційний спосіб);

Конструкція підсилення:

додатковий шар покриття – дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 5,0 см, модуль пружності E_5 = 3200 МПа;

Конструкція існуючого дорожнього одягу:

верхній шар покриття – дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 6,0 см, модуль пружності E_4 = 2400 МПа;

нижній шар покриття – дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 6,0 см, модуль пружності E_3 = 2000 МПа;

верхній шар основи – «чорний» щебінь товщиною 8,0 см, модуль пружності E_2 = 600 МПа;

нижній шар основи – бруківка з колотого каменю товщиною 16,0 см, модуль пружності E_1 = 300 МПа;

земляне полотно – суглинок, $E_{гр}$ = 50 МПа

$E_{гр} / E_1 = 50 / 300 = 0{,}17$; $h_1 / D_p = 16{,}0 / 37 = 0{,}43$;

$E_{заг}' = 0{,}30\ E_1 = 0{,}30 \times 300 = 90$ МПа;

$E_{заг}' / E_2 = 90 / 600 = 0{,}15$; $h_2 / D_p = 8{,}0 / 37 = 0{,}22$;

$E_{заг}'' = 0{,}20\ E_2 = 0{,}20 \times 600 = 120$ МПа;

$E_{заг}'' / E_3 = 120 / 2000 = 0{,}06$ $h_3 / D_p = 6{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}''' = 0{,}08\ E_3 = 0{,}08 \times 2000 = 160$ МПа;

$E_{заг}''' / E_4 = 160 / 2400 = 0{,}07$; $h_4 / D_p = 6{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}'''' = 0{,}09\ E_4 = 0{,}09 \times 2400 = 216$ МПа.

$E_{заг}'''' / E_5 = 216 / 3200 = 0{,}07$; $h_5 / D_p = 5{,}0 / 37 = 0{,}14$;

$E_{заг}''''' = 0{,}09\ E_5 = 0{,}09 \times 3200 = 288$ МПа.

$E_{заг}''''' = E_ф = 288$ МПа $> E_п = 270$ МПа

$K_{зм} = 288 / 270 = 1{,}07 > K_{зм.доп} = 0{,}95$ – міцність дорожнього одягу достатня

– варіант №2 – влаштування нових шарів покриття із укріпленням існуючого дорожнього одягу за допомогою дорожнього ресайклера.

Конструкція підсилення:

верхній шар покриття – дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 5,0 см, модуль пружності E_5* = 3200 МПа;

нижній шар покриття – дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 6,0 см, модуль пружності E_4* = 2400 МПа;

додатковий шар основи – асфальтогранулят з бітумною емульсією (4%) товщиною 13,0 см, модуль пружності E_3* = 600 МПа;

Конструкція існуючого дорожнього одягу:

верхній шар основи – «чорний» щебінь товщиною 6,0 см, модуль пружності E_2 = 600 МПа;

нижній шар основи – бруківка з колотого каменю товщиною 16,0 см, модуль пружності E_1 = 300 МПа;

земляне полотно – суглинок, $E_{гр}$ = 50 МПа

$E_{гр} / E_1 = 50 / 300 = 0{,}17$; $h_1 / D_p = 16{,}0 / 37 = 0{,}43$;

$E_{заг}' = 0{,}30\ E_1 = 0{,}30 \times 300 = 90$ МПа;

$E_{заг}' / E_2 = 90 / 600 = 0{,}15$; $h_2 / D_p = 6{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}'' = 0{,}17\ E_2 = 0{,}17 \times 600 = 102$ МПа;

$E_{заг}'' / E_3^* = 102 / 600 = 0{,}17$ $h_3^* / D_p = 13{,}0 / 37 = 0{,}35$;

$E_{заг}''' = 0{,}26\ E_3^* = 0{,}26 \times 600 = 156$ МПа;

$E_{заг}''' / E_4^* = 156 / 2400 = 0{,}07$; $h_4^* / D_p = 6{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}'''' = 0{,}09\ E_4^* = 0{,}09 \times 2400 = 216$ МПа.

$E_{заг}'''' / E_5^* = 216 / 3200 = 0{,}07$; $h_5^* / D_p = 5{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}''''' = 0{,}09\ E_5^* = 0{,}09 \times 3200 = 288$ МПа.

$E_{заг}''''' = E_ф = 288$ МПа $> E_п = 270$ МПа

$K_{зм} = 288 / 270 = 1{,}07 > K_{зм.доп} = 0{,}95$ – міцність дорожнього одягу достатня

– варіант №3 – влаштування нових шарів покриття із частковою заміною існуючого дорожнього одягу за допомогою дорожньої фрези;

Конструкція підсилення:

верхній шар покриття – дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 5,0 см, модуль пружності E_5* = 3200 МПа;

нижній шар покриття – дрібнозернистий щільний асфальтобетон товщиною 6,0 см, модуль пружності E_4* = 2400 МПа;

додатковий шар основи – «чорний» щебінь товщиною 8,0 см, модуль пружності E_3* = 600 МПа;

Конструкція існуючого дорожнього одягу:

верхній шар основи – «чорний» щебінь товщиною 8,0 см, модуль пружності E_2 = 600 МПа;

нижній шар основи – бруківка з колотого каменю товщиною 16,0 см, модуль пружності E_1 = 300 МПа;

земляне полотно – суглинок, $E_{гр}$ = 50 МПа

$E_{гр} / E_1 = 50 / 300 = 0{,}17$; $h_1 / D_p = 16{,}0 / 37 = 0{,}43$;

$E_{заг}' = 0{,}30\ E_1 = 0{,}30 \times 300 = 90$ МПа;

$E_{заг}' / E_2 = 90 / 600 = 0{,}15$; $h_2 / D_p = 8{,}0 / 37 = 0{,}22$;

$E_{заг}'' = 0{,}20\ E_2 = 0{,}20 \times 600 = 120$ МПа;

$E_{заг}'' / E_3^* = 120 / 600 = 0{,}20$ $h_3^* / D_p = 8{,}0 / 37 = 0{,}22$;

$E_{заг}''' = 0{,}26\ E_3^* = 0{,}26 \times 600 = 156$ МПа;

$E_{заг}''' / E_4^* = 156 / 2400 = 0{,}07$; $h_4^* / D_p = 6{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}'''' = 0{,}09\ E_4^* = 0{,}09 \times 2400 = 216$ МПа.

$E_{заг}'''' / E_5^* = 216 / 3200 = 0{,}07$; $h_5^* / D_p = 5{,}0 / 37 = 0{,}16$;

$E_{заг}''''' = 0{,}09\ E_5^* = 0{,}09 \times 3200 = 288$ МПа.

$E_{заг}''''' = E_ф = 288$ МПа $> E_п = 270$ МПа

$K_{зм} = 288 / 270 = 1{,}07 > K_{зм.доп} = 0{,}95$ – міцність дорожнього одягу достатня

Висновок: Більш економічним за приведеними показниками витрат є варіант №2, тому приймаємо його для подальшої реалізації

2.4. Будівельні рішення

2.4.1. Загальні положення

Завданням капітального ремонту полягає у відновленні, а також підвищенні транспортно-експлуатаційних якостей доріг і споруд, доведенні їх геометричних параметрів, міцності та інших технічних характеристик до вимог діючих нормативних документів для даної категорії дороги, а також з урахуванням дорожніх умов і інтенсивності руху.

Капітальний ремонт доріг включає в себе наступні основні роботи:

– *по земляному полотну й водовідводу*: виправлення земляного полотна відповідно до категорії дороги, що ремонтується; ліквідація ділянок руйнувань, та інші роботи, що забезпечать стійкість земляного полотна; влаштування земляного полотна та водовідводу на майданчиках для зупинки та стоянки автотранспорту, перехрестях доріг; рекультивація ґрунту дорожніх резервів після закінчення виконання робіт;

– *по дорожньому одягу й покриттю*: підсилення і розширення дорожнього одягу у межах норм відповідно до категорії, що ремонтується; відновлення зношених верхніх шарів покриттів чи улаштування нового покриття поверх старого дорожнього одягу; заміна всіх шарів покриття (із збереженням чи підсиленням основи); влаштування укріплених узбіч;

– *по штучних спорудах*: ремонт чи перебудова існуючих водоперепускних труб; поновлення та влаштування системи водовідводу.

Окрім того капітальний ремонт включає в себе роботи по дорожніх пристроях і облаштуванню доріг (згідно ДБН В.2.3-4:2007), організації та безпеці дорожнього руху (згідно ДСТУ 4092, ДСТУ 4100), лінійних будівлях і спорудах, склад яких наведено в ГБН Г.1-218-182:2011.

Капітальний ремонт слід проводити комплексно на всіх спорудах чи елементах дороги на всій протяжності ділянок, що ремонтуються.

Під час розроблення проекту на капітальний ремонт необхідно відновити або зберегти параметри існуючої дороги відповідно до її категорії.

2.4.2. Підготовка території будівництва

Проектом капітального ремонту автодороги Суми − Полтава на ділянці від км 145+551 до км 149+629 передбачено зняття рослинного шару ґрунту на узбіччях, який буде використано для досипання укосів земляного полотна.

2.4.3. Земляне полотно

Проектом капітального ремонту автодороги Суми − Полтава на ділянці від км 145+551 до км 149+629 передбачено збереження існуючих поздовжнього та поперечного профілю, підтримування у робочому стані водоприймальних, водопровідних і водопропускних пристроїв, що забезпечує належну надійність земляного полотна, узбіч і укосів.

Геометричні параметри земляного полотна на ділянці дороги, що підлягає капітальному ремонту, не повністю відповідають нормативним вимогам, тому в проекті передбачено розширення земляного полотна з уположенням укосів. Проектом передбачено укріплення укосів земляного полотна шляхом гідрозасіву багаторічних трав.

Поверхневий водовідвід забезпечується рельєфом місцевості і поперечними похилами земляного полотна.

2.4.4. Дорожній одяг

Проектом капітального ремонту автодороги Суми − Полтава на ділянці від км 145+551 до км 149+629 передбачено збереження існуючої ширини проїзної частини 7,0 м з влаштуванням укріплених смуг узбіччя по 0,5 м з кожного боку.

Згідно прийнятого складу транспортного потоку і щорічного приросту інтенсивності руху встановлено, що на 2033 рік перспективна інтенсивність руху складе 4521 авт/добу (приведена до розрахункового автомобіля гр. А2 інтенсивність руху становить 1039 авт/добу).

Таким чином необхідно передбачити, що конструкція дорожнього одягу повинна мати модуль пружності не менше ніж Е = 270 МПа.

З метою доведення конструкції дорожнього одягу до вимог перспективної інтенсивності руху в проекті передбачено:

− часткова заміна існуючої конструкції дорожнього одягу шляхом ресайклінгу існуючих шарів на глибину 13 см з укріпленням фрезованої суміші бітумною емульсією;

− влаштування нової конструкції дорожнього одягу:

− нижній шар покриття − гаряча щільна крупнозерниста асфальтобетонна суміш марки І типу Б товщиною 6 см.

− верхній шар покриття − гаряча щільна дрібнозерниста асфальтобетонна суміш марки І типу Б товщиною 5 см.

Дорожній одяг на примиканнях передбачено влаштовувати з гарячої щільної дрібнозернистої асфальтобетонної суміші марки І тип Б товщиною 5 см на основі із щебеню, влаштованого по принципу заклинювання товщиною 10 см з розливом бітуму 2,5 л/м^2.

Узбіччя на ширину 1,50 м на всій довжині ділянки проведення капітального ремонту укріплюється фракціонованим щебенем товщиною 10 см, прибровочна частина та укоси земляного полотна засівається багаторічними травами.

Узбіччя в місцях облаштованих примикань на ширину 0,5 м укріплюється щебенем товщиною 10 см.

Стикування дорожнього одягу ділянки проведення капітального ремонту з прилеглим існуючим покриттям здійснюється шляхом укладання шару асфальтобетоної суміші середньою товщиною 3 см на довжині по 20 м.

Поперечний похил проїзної частини приймається 25‰, узбіччя – 50‰.

2.3.5. Облаштування дороги

Проектом капітального ремонту автодороги Суми − Полтава на ділянці від км 145+551 до км 149+629 передбачено перебудова технологічних примикань в межах радіусу заокруглення.

Технологічні примикання на довжині 50 м від дороги мають ширину проїзної частини 6,0 м, земляне полотно – 10,0 м.

В кінці примикань влаштовується щебеневий торець на ширину 1,5 м.

Для створення належних умов та безпеки руху проектом передбачено:

− прямі лінії осі траси на кутах повороту сполучаються між собою кривими;

− установка дорожніх знаків і покажчиків згідно ДСТУ 4100-2002 з декапірованої сталі покритої світлоповертаючою плівкою, які улаштовуються на присипних бермах на щебеневому фундаменті;

− розмітка проїзної частини згідно ДСТУ 2587-94 і виконується зносостійкою фарбою з використанням світлоповертаючих кульок;

− установка напрямних стовпчиків біля штучних споруд, на підходах до бар'єрної огорожі й на примиканнях, на кривих при висоті насипу > 1,0 м;

− установка бар'єрної огорожі;

Розділ 3.
Технологічна частина

3.1. Загальні положення

В даному розділі розробляється технологія влаштування дорожнього одягу під час капітального ремонту автомобільної дороги Суми − Полтава на ділянці км 145+551 − км 149+629.

З метою доведення конструкції дорожнього одягу до вимог перспективної інтенсивності руху в проекті передбачено:

− часткова заміна конструкції дорожнього одягу шляхом ресайклінгу існуючих шарів покриття на глибину 13 см з укріпленням фрезованої суміші бітумною емульсією;

− влаштування нової конструкції дорожнього одягу:

− нижній шар покриття − гаряча щільна крупнозерниста асфальтобетонна суміш марки І типу Б товщиною 6 см.

− верхній шар покриття − гаряча щільна дрібнозерниста асфальтобетонна суміш марки І типу Б товщиною 5 см.

Узбіччя на ширину 1,50 м на всій довжині укріплюється фракціонованим щебенем товщиною 10 см, а прибровочній частині – засівом травою.

Дані щодо розміщення кар’єрів, складів і заводів:

− бітум	асфальтобетонний завод, 20 км від км 149+629
− асфальтобетонна суміш	асфальтобетонний завод, 20 км від км 149+629

3.2. Визначення складу й послідовності технологічних процесів

Склад і послідовність виконання технологічних процесів з улаштування дорожнього одягу визначають згідно прийнятої конструкції дорожнього одягу, вимог ДБН В.2.3-4:2015 і типових технологічних схем будівництва.

Таблиця 1

Склад і послідовність виконання технологічних процесів

№ п/п	Найменування технологічних процесів	Од. вим.
1	*2*	*3*
Ресайклінг дорожнього одягу на глибину 13 см зі стабілізацією бітумною емульсією		
1	Ресайклінг дорожнього одягу на глибину 13 см зі стібілізацією бітумною емульсією ресайклером Wirtgen WR-2500 в комплекті з автогудронатором ДС-203А (10 м^3)	1000 м^2
2	Попереднє ущільнення укріпленого шару основи самохідним пневматичним котком BOMAG BW 24R масою 16 т за 8 проходів по одному сліду	1000 м^2
3	Планування поверхні шару основи автогрейдером ДЗ-122 за 2-3 проходи по одному сліду на ширину основи	1000 м^2
4	Ущільнення поверхні основи самохідним вібраційним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 10 проходів по одному сліду	1000 м^2
Улаштування нижнього шару покриття з гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 6,0 см		
5	Підвезення бітуму автогудронатором ДС-39Б (4 м^3) на відстань 20 км та підґрунтовка поверхні основи	км
6	Підвезення гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші на трасу автосамоскидами КрАЗ-65055-063 на відстань 20 км з вивантаженням у бункер асфальтоукладальника	км

1	2	3
7	Розподіл гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші по ширині основи 8,0 м товщиною 6,0 см самохідним асфальтоукладальником Vögele Super 1603	1000 м^2
8	Підкочення гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним пневматичним котком BOMAG BW 24R масою 16 т за 6 проходів по одному сліду	1000 м^2
9	Ущільнення гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 4 проходів по одному сліду	1000 м^2
Улаштування верхнього шару покриття з гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 5,0 см		
10	Підвезення гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші на трасу автосамоскидами КрАЗ-65055-063 на відстань 20 км з вивантаженням у бункер асфальтоукладальника	км
11	Розподіл гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші по ширині основи 8,0 м товщиною 5,0 см самохідним асфальтоукладальником Vögele Super 1603	1000 м^2
12	Підкочення гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним пневматичним котком BOMAG BW 24R масою 16 т за 8 проходів по одному сліду	1000 м^2
13	Ущільнення гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 6 проходів по одному сліду	1000 м^2

3.3. Визначення параметрів спеціалізованих потоків

Змінний темп робіт визначається через обсяги робіт, які можуть бути виконані протягом зміни в межах однієї захватки.

Приймаємо довжину захватки з технологічних вимог рівною L = 200 м, тоді площа захватки складає F = 200 × 8,0 = 1600 м^2.

3.4. Розрахунок потреби дорожньо-будівельних матеріалах

Номенклатуру дорожньо-будівельних матеріалів (вид, тип, марка тощо) призначаємо згідно прийнятої конструкції дорожнього одягу та умов її роботи. Потреба в матеріалах визначається згідно РЕКН [ ] за формулою

$$Q = (g + \Delta g)\frac{E}{F},$$

де q – норма витрати матеріалів на вимірник Е;

Δq – поправка до норми витрат, що враховує зміну товщини шару;

F – розмір захватки.

Ресайклінг дорожнього одягу на глибину 13 см зі стібілізацією бітумною емульсією (вміст 4%) ресайклером Wirtgen WR-2500

(ВБН Д.2.2-218-045-2001 2-182-1, 2-182-2)

Вимірник Е = 1000 м^2

− бітумна емульсія q = 13,67 т (на 18 см) Δq = 0,759 т (на кожен 1 см)

Q = (13,67 − 0,759×5) 1600/1000 = 15,8 т .

Улаштування нижнього шару покриття з гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 6,0 см

(РЕКН 27-53-3, 27-54-3)

Вимірник Е = 1000 м^2

− бітум нафтовий дорожній рідкий q = 0,0108 т (на 4 см), Δq = 0,0014 т (± 0,5 см)

Q = (0,0108 + 0,0014×4) 1600/1000 = 0,026 т ;

− асфальтобетон − q = 95,8 т (на 4,0 см), Δq = 12,0 т (на кожні ± 0,5 см)

Q = (95,8 + 12,0×4) 1600/1000 = 230,08 т.

Улаштування шару покриття з гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 5,0 см

(РЕКН 27-53-1, 27-54-1)

Вимірник Е = 1000 м^2

− асфальтобетон − q = 96,6 т (на 4,0 см), Δq = 12,1 т (на кожні ± 0,5 см)

Q = (96,6 + 12,1×2) 1600/1000 = 193,28 т.

Зведена відомість потреби в дорожньо-будівельних матеріалах

Найменування конструктивного шару	Найменування матеріалу	Од. вим.	Потреба		
			на 1000 м^2	на захватку	на 1 км
Шар відновлення	бітумна емульсія	т	9,875	15,8	79,0
Нижній шар покриття з а/б суміші	бітум	т	0,022	0,026	0,13
	а/б суміш	т	191,8	230,08	1150,4
Верхній шар покриття з а/б суміші	бітум	т	-	-	-
	а/б суміш	т	120,8	193,28	966,40

3.5. Розрахунок змінної продуктивності дорожньо-будівельної техніки

3.5.1. Розрахунок змінної продуктивності автомобільного транспорту

Кількість автотранспорту, яка необхідна для транспортування змінної потреби матеріалів на захватку:

$$N_а = \frac{Q_{зм}}{П_{зм}},$$

де $Q_{зм}$ – потреба в матеріалах на захватку;

$П_{зм}$ – змінна продуктивність транспортних засобів певної марки.

Розрахункова кількість автотранспорту $N^р_а$ округляється до цілого значення $N_а$ так, щоб коефіцієнт використання $К_в = N^р_а / N_а$ становив менше ніж 1,0.

Змінна продуктивність автосамоскида, т/зм.,

$$П_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot Q_а}{\left(\frac{2L}{V}\right) + t_{нр}} k_г k_{вп},$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, 8 год;

$Q_а$ – вантажопідйомність автосамоскида, т;

L − дальність транспортування матеріалу, км;

V – середня робоча швидкість руху автомобіля, км/год;

$t_{нр}$ – час навантаження й розвантаження автосамоскида, $t_{нр}$ = 0,20 год;

$k_г$ – коефіцієнт використання робочого часу, $k_г$ = 0,85;

$k_{вп}$ − коефіцієнт використання вантажопідйомності, $k_{вп}$ = 0,95.

Розрахунок №6, Розрахунок №10.

Підвезення гарячої асфальтобетонної суміші на трасу автосамоскидами КрАЗ-65055-063 на відстань 20 км

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 20}{\frac{2 \cdot 20}{30} + 0{,}2} 0{,}85 \cdot 0{,}95 = 84{,}26 \text{ т/зм}$$

Змінна продуктивність автогудронатора, т./зм,

$$П_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot Q_a}{\left(\frac{2L}{V}\right) + Q_a(t_н + t_р)} k_г ,$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, 8 год;

Q_a − місткість цистерни автогудронатора, т;

L − дальність транспортування, км;

V – середня робоча швидкість руху, км/год;

$t_н$ – час наповнення цистерни, $t_н$ = 0,14 год/т.;

$t_р$ – час розподілу в'яжучого по поверхні покриття $t_р$ = 0,19 год/т.;

$k_г$ – коефіцієнт використання робочого часу, $k_г$ = 0,85.

Розрахунок №5.

Підвезення бітуму автогудронатором ДС-39Б (4 $м^3$) на відстань 20 км та підґрунтовка поверхні основи

$$П^{аг}_{зм} = \frac{8 \cdot 4}{\frac{2 \cdot 20}{35} + 4 \cdot (0{,}14 + 0{,}19)} 0{,}85 = 11{,}04 \text{ } м^3/зм.$$

3.5.2. Розрахунок змінної продуктивності технологічного транспорту

Кількість технологічного транспорту, яка необхідна для виконання відповідних операцій і процесів:

$$N^р_т = F / П_{зм} .$$

де F – площа захватки, $м^2$;

$П_{зм}$ – змінної продуктивності технологічного транспорту певної марки.

Розрахункова кількість технологічного транспорту $N^р_т$ округляється до цілого значення $N_а$ так, щоб коефіцієнт використання $К_в = N^р_т / N_т$ становив менше ніж 1,0.

Змінна продуктивність технологічного транспорту:

$$П_{зм} = \frac{Т_{зм} \cdot Е}{Н_{вм.р.}} k_г ,$$

де $Т_{зм}$ – тривалість робочої зміни, 8 год;

Е – вимірник (згідно ВБН Д.2.2-218-045-2001 Е = 1000 м^2);

$Н_{вм.р.}$ – розрахункова норма часу для виконання обсягу робіт на вимірник;

$k_г$ – коефіцієнт використання робочого часу, $k_г$ = 1,0 .

Розрахунок №1.

Ресайклінг дорожнього одягу на глибину 13 см зі стібілізацією бітумною емульсією ресайклером Wirtgen WR-2500 з автогудронатором ДС-203А (10 м^3)

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001 2-182-1, 2-182-2

Вимірник – Е = 1000 м^2.

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{2,08 - 0,12 * 5} = 5405,4 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №2.

Попереднє ущільнення укріпленого шару основи самохідним пневматичним котком BOMAG BW 24R масою 16 т за 8 проходів по одному сліду

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001 2-182-1, 2-182-2

Вимірник – Е = 1000 м^2.

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{0,81} = 9876,5 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №3.

Планування поверхні шару основи автогрейдером ДЗ-122 за 2-3 проходи по одному сліду на ширину основи

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001 2-182-1, 2-182-2

Вимірник – Е = 1000 м^2.

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1,67} = 4790,4 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №4.

Ущільнення поверхні основи самохідним вібраційним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 10 проходів по одному сліду

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001 2-182-1, 2-182-2

Вимірник – Е = 1000 м^2.

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{2,34} = 3418,8 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №7.

Розподіл гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші по ширині основи 8,0 м товщиною 8,0 см самохідним асфальтоукладальником Vögele Super 1603

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001

Вимірник – 1000 м^2 .

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1,29} = 6201,6 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №8.

Підкочення гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним пневмокотком BOMAG BW 24R масою 16 т за 6 проходів по одному сліду

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001

Вимірник – 1000 м^2 .

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1,96} = 4081,6 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №9.

Ущільнення гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 4 проходів по сліду

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001

Вимірник – 1000 м^2 .

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1,44} = 5555,6 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №11.

Розподіл гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші по ширині основи 8,0 м товщиною 5,0 см самохідним асфальтоукладальником Vögele Super 1603

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001

Вимірник – 1000 м^2 .

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1{,}29} = 6201{,}6 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №12.

Підкочення гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним пневмокотком BOMAG BW 24R масою 16 т за 8 проходів по одному сліду

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001

Вимірник – 1000 м^2 .

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{2{,}62} = 3053{,}4 \text{ м}^2/\text{зм}$$

Розрахунок №13.

Ущільнення гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 6 проходів по сліду

Джерело − ВБН Д.2.2-218-045-2001

Вимірник – 1000 м^2 .

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{2{,}16} = 3703{,}7 \text{ м}^2/\text{зм}$$

3.6. Розрахунок кількості дорожньо-будівельної техніки

Ресайклінг дорожнього одягу на глибину 13 см зі стібілізацією бітумною емульсією (вміст 4%) ресайклером Wirtgen WR-2500

Розрахунок №1.

Ресайклінг дорожнього одягу на глибину 13 см зі стібілізацією бітумною емульсією ресайклером Wirtgen WR-2500 з автогудронатором ДС-203А (10 $м^3$)

Джерело - ВБН Д.2.2-218-045-2001 2-182-1, 2-182-2

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1, водій − 1, дорожній робітник 4 р. − 1

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{2,08 - 0,12 * 5} = 5405,4 \text{ м}^2/\text{зм},$$

$N_а = 1600 / 5405,4 = 0,30$

приймаємо ресайклер Wirtgen WR-2500 в кількості 1 шт ($К_в = 0,30$)

Розрахунок №2.

Попереднє ущільнення укріпленого шару основи самохідним пневматичним котком BOMAG BW 24R масою 16 т за 8 проходів по одному сліду

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{0,81} = 9876,5 \text{ м}^2/\text{зм},$$

$N_а = 1600 / 9876,5 = 0,16$

приймаємо коток BOMAG BW 24R в кількості 1 шт ($К_в = 0,16$).

Розрахунок №3.

Планування поверхні шару основи автогрейдером ДЗ-122 за 2-3 проходи по одному сліду на ширину основи

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1, дорожній робітник 4 р. − 1

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1,67} = 4790,4 \text{ м}^2/\text{зм},$$

$N_а = 1600 / 4790,4 = 0,33$

приймаємо автогрейдер ДЗ-122 в кількості 1 шт ($К_в = 0,33$)

Розрахунок №4.

Ущільнення поверхні основи самохідним вібраційним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 10 проходів по одному сліду

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{2,34} = 3418,8 \text{ м}^2/\text{зм},$$

$N_a = 1600 / 3418,8 = 0,47$

приймаємо коток BOMAG BOMAG BW 202 в кількості 1 шт ($К_в = 0,47$).

Улаштування нижнього шару покриття з гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 6,0 см

Розрахунок №5.

Підвезення бітуму автогудронатором ДС-39Б (4 м^3) на відстань 20 км та підґрунтовка поверхні основи

$$П^{аг}_{зм} = \frac{8 \cdot 4}{\frac{2 \cdot 20}{35} + 4 \cdot (0,14 + 0,19)} 0,85 = 11,04 \text{ м}^3/\text{зм}.$$

$N_a = 0,026 / 11,04 = 0,003$

приймаємо автогудронатор ДС-39Б в кількості 1 шт ($К_в = 0,1$)

Розрахунок №6.

Підвезення гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші на трасу автосамоскидами КрАЗ-65055-063 на відстань 20 км з вивантаженням у бункер асфальтоукладальника

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 20}{\frac{2 \cdot 20}{30} + 0,2} 0,85 \cdot 0,95 = 84,26 \text{ т/зм}$$

$N_a = 230,08 / 84,26 = 2,73$

приймаємо автосамоскид КрАЗ-65055-063 в кількості 10 шт ($К_в = 0,27$)

Розрахунок №7.

Розподіл гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші по ширині основи 8,0 м товщиною 6,0 см самохідним асфальтоукладальником Vögele Super 1603

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1; дорожні робітники 1, 2, 4, 5 р. − 1, 3 р. − 3

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1{,}29} = 6201{,}6 \text{ м}^2/\text{зм},$$

$N_a = 1600 / 6201{,}6 = 0{,}26$

приймаємо асфальтоукладальник Vögele Super 1603 в кількості 1 шт ($К_в = 0{,}26$)

Розрахунок №8.

Підкочення гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним пневмокотком BOMAG BW 24R масою 16 т за 6 проходів по одному сліду

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1{,}96} = 4081{,}6 \text{ м}^2/\text{зм},$$

$N_a = 1600 / 4081{,}6 = 0{,}39$

приймаємо коток BOMAG BW 24R в кількості 2 шт ($К_в = 0{,}20$)

Розрахунок №9.

Ущільнення гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 4 проходів по сліду

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1{,}44} = 5555{,}6 \text{ м}^2/\text{зм},$$

$N_a = 1600 / 5555{,}6 = 0{,}29$

приймаємо коток BOMAG BW 202 в кількості 2 шт ($К_в = 0{,}15$)

Улаштування верхнього шару покриття з гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 5,0 см

Розрахунок №10.

Підвезення гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші на трасу автосамоскидами КрАЗ-65055-063 на відстань 20 км з вивантаженням у бункер асфальтоукладальника

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 20}{\frac{2 \cdot 20}{30} + 0{,}2} 0{,}85 \cdot 0{,}95 = 84{,}26 \text{ т/зм}$$

$N_a = 193{,}28 / 84{,}26 = 2{,}29$

приймаємо автосамоскид КрАЗ-65055-063 в кількості 8 шт ($К_в = 0{,}29$)

Розрахунок №11.

Розподіл гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші по ширині основи 8,0 м товщиною 5,0 см самохідним асфальтоукладальником Vögele Super 1603

Вимірник – 1000 м^2 .

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1; дорожні робітники 1, 2, 4, 5 р. − 1, 3 р. − 3

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{1{,}29} = 6201{,}6 \text{ м}^2\text{/зм},$$

$N_a = 1600 / 6201{,}6 = 0{,}26$

приймаємо асфальтоукладальник Vögele Super 1603 в кількості 1 шт ($К_в = 0{,}26$)

Розрахунок №12.

Підкочення гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним пневмокотком BOMAG BW 24R масою 16 т за 8 проходів по одному сліду

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{2{,}62} = 3053{,}4 \text{ м}^2\text{/зм},$$

$N_a = 1600 / 3053{,}4 = 0{,}52$

приймаємо коток BOMAG BW 24R в кількості 2 шт ($К_в = 0{,}26$)

Розрахунок №13.

Ущільнення гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші самохідним гладковальцевим котком BOMAG BW 202 масою 11,5 т за 6 проходів по сліду

Склад ланки: машиніст 6 р. − 1

$$П_{зм} = \frac{8 \cdot 1000}{2{,}16} = 3703{,}7 \text{ м}^2/\text{зм},$$

$N_a = 1600 / 3703{,}7 = 0{,}43$

приймаємо коток BOMAG BW 202 в кількості 2 шт ($К_в = 0{,}22$)

3.7. Технологія влаштування дорожнього одягу

Технологія холодного ресайклінгу дорожнього одягу

Суть технології холодного ресайклінгу полягає в тому, що дефектні та зруйновані шари дорожнього одягу безпосередньо на місці укріпляються комплексними домішками органічних (гарячий бітум, бітумна емульсія, спінений бітум) і мінеральних (цементно-водна суспензія, інколи вапно) в'яжучих.

Холодний ресайклінг за складністю робіт поділяють на два види:

−*глибокий ресайклінг* із фрезуванням на повну товщину дорожнього одягу (більш ніж 10 см), яке охоплює шари покриття разом зі щебеневими шарами основи (full depth reclamation − FDR);

− *тонкий ресайклінг* − фрезування на неповну товщину дорожнього одягу (від 5 до 10 см) у межах, як правило, одного-двох шарів асфальтобетонного покриття (cold in-place recycling − CIR).

Вибір того чи іншого виду відновлення залежить в основному від стану всієї конструкції дорожнього одягу, який визначається до початку виконання ремонтних робіт. Якщо в результаті обстеження виявлено дефекти й руйнування лише шарів покриття при достатній міцності шарів основи − виконують тонкий ресайклінг, в інших випадках − глибокий ресайклінг на повну товщину дорожнього одягу. Крім відновлення капітальних дорожніх одягів, холодний ресайклінг можливо застосовувати при реконструкції гравійних і щебеневих доріг, при цьому глибина укріплення складає 10 – 20 см.

Основні операції під час холодного ресайклінгу виконуються за допомогою ресайклерів − спеціальних самохідних механізмів, котрі здатні своїм потужним фрезерно-змішувальним барабаном подрібнити матеріал шарів покриття й основи на глибину до 30 − 40 см з одночасним обробленням його в'яжучим і розподілити отриману суміш рівним шаром із попереднім ущільненням.

Як правило, самохідні ресайклери обладнують лише розподільними трубопроводами (рампами) й насосами високого тиску для введення рідких матеріалів − води, бітуму та цементно-водної суспензії. Залежно від прийнятого

складу домішок (органічне, мінеральне чи комплексне в'яжуче) для укріплення шарів дорожнього одягу приймається такий набір машин і схема подачі в'яжучого в робочу камеру ресайклера:

– *укріплення матеріалу цементом*	– самохідний розподільник цементу, автоцистерна з водою + ресайклер
– *укріплення матеріалу цементно-водною суспензією*	– автоцистерна з водою, установка для приготування суспензії + ресайклер
– *укріплення матеріалу гарячим бітумом чи бітумною емульсією*	– автогудронатор + ресайклер
– *укріплення матеріалу спіненим бітумом*	– автоцистерна з водою + автогудронатор + ресайклер
– *укріплення матеріалу комплексним в'яжучим*	– автогудронатор + установка для приготування суспензії + ресайклер

Після проходу ресайклера рекомендується провести попереднє ущільнення укріпленого шару дорожнього одягу пневмоколісним котком або важким вібраційним гладковальцьовим котком. Потім за допомогою автогрейдера поверхня дорожнього покриття профілюється для отримання потрібних ухилів у поздовжньому й поперечному напрямах. Остаточне ущільнення укріпленого шару здійснюють вібраційним гладковальцьовим котком масою 12 – 15 т із частковим дозволоженням матеріалу.

Відновлений таким чином шар, як правило, слугує в якості верхнього шару основи чи нижнього шару покриття. Залежно від категорії дороги, інтенсивності руху та прогнозованого строку служби дорожнього одягу поверх нього влаштовують різні види поверхневої обробки чи вкладають один або два шари гарячого асфальтобетону.

Технологія влаштування шару основи з фракційованого щебеню, обробленого в'яжучим в установці

При обробленні кам'яного матеріалу органічним в'яжучим в змішувальних установках отримують суміш, яка вкладається в гарячому, теплому та холодному стані при використанні бітуму; при використанні бітумних емульсій – в холодному стані.

Гарячі суміші відразу ж після приготування в змішувачі вивозять на дорогу і вкладають в основу чи покриття, теплі вкладаються не пізніше 1-2 годин після доставки на місце виконання робіт.

Холодні суміші, які виготовлені на бітумах класу СГ, можуть зберігатися на складах до 4-х місяців; а на бітумах класу МГ та емульсіях – до 8 місяців.

Гарячий та теплий чорний щебінь вкладається при температурі повітря не нижче 10°С, холодний щебінь та суміші з щебеню, який оброблений катіонною емульсією, – не нижче 5°С; суміші з щебеню, обробленого аніонною емульсією, – не нижче мінус 5°С.

Технологія влаштування шарів покриття з чорного щебеню *передбачає виконання таких операцій*: підготовка та підґрунтовка основи; транспортування чорного щебеню основної фракції 20-40 мм; розподіл щебеню основної фракції по поверхні основи; попереднє ущільнення щебеневого шару; транспортування чорного щебеню основної фракції 10-20 мм; розподіл щебеню фракції 10-20 мм; ущільнення щебеневого шару; догляд за влаштованим шаром.

Після підготовки основи здійснюють попередній розлив рідкого бітуму або бітумної емульсії з розрахунку 0,5-0,6 л/м^2. Через один-два дні автосамоскидами вивозять чорний щебінь фракції 20-40 мм, який розподіляється самохідними розподільниками. Товщина шару чорного щебеню основної фракції визначається з урахуванням коефіцієнта ущільнення 1,25.

Попереднє ущільнення виконують легкими котками з гладкими вальцями масою 6-8 т. за 3-4 проходи по одному сліду, а потім важкими котками масою 10-16 т за 5-6 проходів. Рух котків ведуть від країв до середини з перекриттям

суміжних проходів на 0,2-0,3 м. У результаті ущільнення щебінки основної фракції мають зайняти стійке положення, але пористість повинна залишатись.

По основному шару самохідними розподільниками розсипають чорний щебінь фракції 10-20 мм з розрахунку 1,0 $м^3/100м^2$, який заповнює пустоти між щебінками основного шару без утворення другого шару. Ущільнення проводять важкими котками за 3-4 проходів по одному сліду.

При влаштуванні основ і покриттів із теплих і холодних щебеневих сумішей, які оброблені дьогтем, спочатку здійснюють попередній розлив дьогтю марки Д1 з розрахунку 0,5-0,6 $л/м^2$. Дьогтемінеральну суміш підвозять до місця вкладання автосамоскидами та вкладають самохідними асфальтоукладачами. Ущільнення виконують самохідними пневмоколісними котками за 6-10 проходів по одному сліду. За їх відсутності спочатку підкочують легкими котками з гладкими вальцями за 4-6 проходів по одному сліду, а потім важкими котками за 5-6 проходів (холодні суміші ущільнюють середніми котками масою 8-10 т).

У разі використання бітумної емульсії чорний щебінь та щебеневі суміші підготовлюють, як правило, без підігріву в асфальтозмішувачах та установках кар'єрного типу. Догляд за основами і покриттями, влаштованими із застосуванням емульсій, має бути більш ретельний.

Технологія влаштування шарів покриття з гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші

Покриття з гарячих асфальтобетонних сумішей влаштовують у весняно-літній період в суху погоду при температурі повітря не нижче 5^oC, у осінній період – не нижче 10^oC.

Технологія влаштування асфальтобетонних шарів передбачає виконання таких операцій: приготування асфальтобетонної суміші на заводах; підготовка основи; транспортування суміші до місця виконання робіт; укладання суміші по поверхні основи; ущільнення асфальтобетонного шару; догляд за шаром.

Перед влаштуванням асфальтобетонного шару поверхню основи необхідно ретельно очистити від пилу та бруду щітками поливомийних машин, а при необхідності – відремонтувати.

Для забезпечення зчеплення між шаром асфальтобетону, що вкладається, та основою (існуючим покриттям) не пізніше ніж за 6 години проводять підгрунтування бітумною емульсією з розрахунку 0,3-0,9 л/м^2 або рідким бітумом – 0,2-0,8 л/м^2. Якщо покриття влаштовується по основі, яка тільки влаштована із застосуванням органічних в'яжучих, то підгрунтовку можна не проводити.

Перед початком основних робіт проводять розбивку в плані та по висоті.

Асфальтобетонна суміш доставляється до місця вкладання автомобілями-самоскидами й вивантажується в бункер самохідного асфальтоукладальника або перевантажувача, який подає суміш на укладальник без його зупинки.

Асфальтоукладальник розподіляє суміш із заданим поперечним ухилом на проектну товщину з урахуванням коефіцієнту ущільнення 1,15-1,25 та попередньо ущільнює шар при допомозі трамбуючого бруса.

В залежності від технічних характеристик укладальника асфальтобетонне покриття може влаштовуватись однією смугою на всю ширину або ж в декілька смуг. При роботі одного укладальника довжина смуги розраховується таким чином, щоб не було охолодження асфальтобетону й забезпечувалась належна якість поздовжнього стику. Якщо використовують два укладальника, то вони повинні рухатись в одному напрямі зі зміщенням на 10-30 м один від одного.

У окремих випадках, при малих обсягах робіт чи недоступних місцях, допускається вкладання асфальтобетонної суміші вручну. Укладання суміші ведуть на всій ширині ділянки покриття по попередньо виставлених висотних кілках. Суміш розвантажують на основу на відстані 2-5 м від місця вкладання, підносять її совковими лопатами й розкладають по покриттю (суміш не можна кидати). Розрівнюють і профілюють суміш металевими граблями й дерев'яними движками на товщину, яка на 25-30% більше проектної.

Поверхня вкладеного асфальтобетонного шару після проходу укладальника має бути рівною, однорідною, без розривів і раковин. На ділянках з ухилом більше 40‰ покриття влаштовують знизу вверх.

Попереднє ущільнення асфальтобетонного покриття здійснюється самохідними котками з гладкими вальцями масою 6-8 т. за 2-3 проходи по одному сліду, потім ущільнюють котками на пневматичних шинах за 8-10 проходів. Остаточне ущільнення виконують важкими котками з гладкими вальцями масою 10-18 т за 2-3 проходи по одному сліду.

За відсутності самохідних пневмоколісних котків після підкочування покриття ущільнюють важкими котками з гладкими вальцями масою 15-18 т. Кількість проходів визначається пробним ущільненням.

Замість гладковальцевих котків статичної дії для ущільнення верхнього шару з асфальтобетонних сумішей типу А, Б, Г та нижнього шару з пористих сумішей дозволяється використовувати котки вібраційної дії. Перші 2-3 проходи по одному сліду віброкаток здійснює з виключеним, потім 3-4 проходи з включеним вібратором. Остаточне ущільнення виконують важкими котками з гладкими вальцями масою 10-18 т за 6-8 проходів по одному сліду. Самохідні пневмоколісні котки у порівнянні з гладковальцевими мають дещо більшу продуктивність і ущільнюють покриття на більшу глибину, за рахунок зміни тиску в шинах стає можливим регулювати контактний тиск.

При ручному вкладанні асфальтобетонних сумішей кількість проходів котків по одному сліду необхідно збільшити на 20-30%. При ущільненні багато- та середньощебенистих сумішей типу А і Б, а також нижнього шару з пористих асфальтобетонних сумішей легкі котки доцільно замінити важкими.

Ущільнення проводять від країв до середини з перекриттям попередніх проходів на 0,2-0,3 м. При ущільненні першої смуги котки не повинні наближатись вальцями ближче ніж на 10 см до краю від суміжної смуги. При ущільненні другої смуги перші проходи здійснюють по поздовжньому стику. При наїзді на свіжовкладену смугу котки мають рухатись ведучими вальцями вперед,

оскільки перед відомими вальцями, як правило, утворюються хвилі. Котки повинні зрушувати з місця або змінювати напрям руху плавно й без ривків. Забороняється зупиняти коток на гарячому неущільненому покритті.

Ущільнювати гарячі суміші починають при тій температурі, при якій не утворюються деформації: для багатощебеневих сумішей – при 140-160°С, для малощебеневих – при 100-130 °С, для сумішей нижнього шару – при 120-140 °С. При використанні поверхнево-активних речовин або активного мінерального порошку температура при вкладанні має бути знижена.

Швидкість руху котків при перших 5-6 проходах по одному сліду становить 1,5-2 км/год, потім 3-5 км/год; для пневмоколісних котків – до 5-8 км/год, для вібраційних котків – до 2-3 км/год.

Після попереднього ущільнення перевіряють рівність і поперечний профіль покриття. Виявлені дефекти виправляють шляхом розпушування покриття металевими граблями з додаванням або зняттям суміші. Пористість на окремих ділянках ліквідують шляхом розсипання по поверхні покриття дрібнозернистої асфальтобетонної суміші з послідуючим ущільненням котками.

При перерві в роботі, наприклад, в кінці другої зміни, ступені між смугами мають бути мінімальними. З метою запобігання розкатування суміші в кінці смуги покриття вкладають упорні дошки або рейки. Шви мають бути перпендикулярні до осі дороги.

При відновленні роботи упорні дошки знімають, краї в поздовжньому (в межах ступені) та поперечному напрямах обрубують на ширину 10-15 см та прогрівають гарячою асфальтобетонної сумішшю чи газовими пальниками. Стінки стиків змазують гарячим бітумом марки СГ70-130 або СГ 130/200. Після вкладання суміш біля торців ущільнюють металевими трамбівками та вигладжують гарячим утюгом.

Зразу ж після укочування асфальтобетонного покриття виконують обрубування стиків перфоратором або зрізання дисковими пилами.

Охорона праці й навколишнього середовища при будівництві асфальтобетонних покриттів.

Робітники, задіяні на будівництві асфальтобетонного покриття, повинні мати встановлений спецодяг, спецвзуття для роботи з гарячими матеріалами, рукавиці. У разі застосування активаторів робітники додатково забезпечуються засобами індивідуального захисту (захисні герметичні окуляри та респіратори).

Ручний інструмент, які застосовується для влаштування асфальтобетонного покриття, підігрівається в пересувній жаровні.

При робочі в нічний час доби ділянка виконання робіт має освітлюватись, а працюючі машини повинні мати переднє та заднє сигнальне світло.

При розвантаженні автомобілів-самоскидів не дозволяється підходити до них до повної їх зупинки, підніматися в кузов, відпочивати в місцях розвантаження. Залишки матеріалу в кузові самоскида дозволяється вивантажувати лише при допомозі спеціальних скребків або лопатою з ручкою довжиною не менше 2 м, перебуваючи в цей час на землі.

Забороняється залишати без нагляду машини з працюючими двигунами. При зміні напряму руху асфальтоукладальника чи котка необхідно подавати попереджувальний сигнал.

Перед пуском асфальтоукладальника необхідно пересвідчитись в справності всіх робочих вузлів, а при опусканні його навісної частини – у відсутності людей позаду машини. Забороняється перебувати біля бункера укладальника під час його завантаження гарячою сумішшю, а також торкатись до розігрітого кожуха над вигладжувальною плитою.

При сумісній роботі декількох самохідних машин (укладальників, котків), що рухаються один за одним, дистанція між ними приймається не менше 10 м.

Самохідні котки повинні мати обладнання для автоматичного змащування вальців; ручне змащування забороняється.

Забороняється виконувати затирання пористих місць покриття перед котками, які перебувають в русі.

При перерві в роботі більш ніж 6 годин укладальники й котки повинні бути очищені від асфальтобетонної суміші й бітуму, встановлені в одну колону й загальмовані. З обох сторін колони машин виставляється огородження й червоні сигнали: вдень – прапорці, вночі червоні ліхтарі.

Під час будівництва асфальтобетонних покриттів необхідно виконувати заходи щодо охорони навколишнього середовища. З цією метою асфальтобетонні заводи та бітумні бази розташовують з навітряного боку від найближчих населених пунктів та відділяють від них санітарно-захисними бар'єрами.

При виконанні робіт на дорозі в'яжучі матеріали, активатори, поверхнево-активні речовини не повинні потрапляти на прилеглі до дороги землі.

На об'їзних ґрунтових дорогах, які використовуються для руху транспорту на період будівництва, з метою запобігання утворення пилу й забруднення прилеглий територій, необхідно систематично виконувати знепилення доріг шляхом розливання неорганічних речовин (хлористий кальцій, натрій, магній; концентровані розсоли, пластові солоні води) або рідких органічних в'яжучих (мазут, гудрон, рідкий бітум тощо), відходів промисловості.

Контроль якості лаштування дорожнього одягу

Контроль якості робіт при влаштуванні щебеневих шарів.

При влаштуванні основ і покриттів із кам'яних матеріалів, які оброблені органічним в'яжучим, організовується контроль за якістю вихідних матеріалів, технологією приготування сумішей, а також за виконанням будівельних робіт

Якість мінеральних матеріалів контролюють за їх фізико-механічними властивостями, зерновому складу, вмістом пилуватих і глинистих часток. Для в'яжучих матеріалів перевіряють – глибину проникнення, в'язкість, температуру в момент використання, зчеплення в'яжучого з кам'яним матеріалом.

З кожної партії мінерального в'яжучого беруть одну пробу масою 1 кг; а з партії органічного в'яжучого – 2-3 кг.

У разі використання кам'яних матеріалів, які отримані в результаті фрезування старого асфальтобетонного чи щебеневого покриття, проби для визначення зернового складу відбирають через кожні 0,5 км дороги загальною масою 8-10 кг з валика.

Температуру в'яжучого під час його підготовки контролюють не рідше ніж через 2 години. В'язкість в'яжучого визначають після його підготовки в котлі, повторно перевіряють через 4 години, а складеного в'яжучого - через 2 год.

Показник зчеплення органічних в'яжучих і кам'яних матеріалів перевіряють кожного разу при зміні складових суміші.

Якість суміші перевіряють за зовнішнім виглядом (однорідна суміш без включень необроблених часток і згустків в'яжучого) та фізико-механічними властивостями проб, які відбираються через кожні 0,5 км. Неоднорідність суміші виправляється шляхом додавання в'яжучого або кам'яного матеріалу та додаткового перемішування.

При всіх способах виконання робіт через кожні 100 м визначають товщину шару металевою лінійкою, правильність поперечного профілю – шаблоном, рівність поверхні – триметровою рейкою.

Ступінь ущільнення основ і покриттів із щебеню, укріпленого органічним в'яжучим, перевіряють пробним проходом важкого котка масою не менше 15 т – під час його руху структура матеріалу залишається непорушною та без утворення хвиль попереду вальців котка.

Під час приймання робіт з улаштування основ і покриттів із щебеню, укріпленого органічним в'яжучим, допустимі відхилення від проектних мають бути не більше: по ширині – 10 см; товщині – 10%; поперечний похил 5‰; просвіт під 3-метровою рейкою – 7 мм.

Поверхні основи або покриття повинна бути однорідною, однакового кольору, без жирних та сухих місць, без крупних включень. Приймання проводиться до влаштування поверхневої обробки.

Контроль якості робіт при влаштуванні асфальтобетонних шарів.

При будівництві асфальтобетонних покриттів технічному контролю підлягають: приготування асфальтобетонної суміші на заводі, влаштування асфальтобетонного покриття, готове покриття.

Під час приготування сумішей підлягає перевірці: якість мінеральних матеріалів і в’яжучого, точність дозування, контроль температурного режиму приготування суміші, якість готової суміші.

На дорозі за допомогою термометрів перевіряється температура асфальтобетонної суміші, візуально – її якість. В суміші не повинно бути згустків бітуму та частин мінерального матеріалу, які не оброблені в’яжучим. Синій димок над асфальтобетонною сумішшю свідчить про перевищення температурного режиму її приготування та „загорання” бітуму. В кузові автомобіля асфальтобетонна суміш повинна мати обриси сплюснутого конуса (при недостатній кількості бітуму суміш має форму правильного конуса, при надлишку бітуму – форму зрізаного конуса).

Перед вкладанням суміші перевіряють рівність, щільність та чистоту основи, рівномірність підгрунтовки, правильність встановлення бокових упорів.

В процесі укладання асфальтобетонної суміші через кожні 100 м перевіряють:

− товщину укладеного шару – металевою лінійкою;

− поперечний уклон – шаблоном;

− рівність – триметровою рейкою, яка прикладається вздовж дороги.

Після розподілу суміші контролюють час початку та завершення укочування, кількість та правильність проходів котків. Виявлені при укладанні та ущільненні суміші недоліки мають бути невідкладно ліквідовані.

Ділянки покриття, які після ущільнення мають велику пористість або на яких суміш виявилась недоброякісною, підлягають вирубуванню, закладанню якісним матеріалом та ущільненню котками.

Особливу увагу приділяють якості влаштування поздовжніх та поперечних сполучень суміжних смуг покриття.

Висотні відмітки по осі дороги контролюють шляхом нівелюванням через кожні 100 м.

Після влаштування асфальтобетонного покриття перевіряють коефіцієнт його ущільнення та товщину шарів, надійність зчеплення між шарами покриття та з основою, відповідність асфальтобетону технічним вимогам, шорсткість поверхні покриття, коефіцієнт зчеплення покриття з шинами автомобілів.

Для контролю якості асфальтобетону з покриття відбирають керни або вирубки, які випробовують в переформованому та непереформованому вигляді. Проби беруть на покриттях з гарячого асфальтобетону через 3-10 діб після його влаштування, з холодного – через 15-30 діб після влаштування покриття і відкриття руху по ньому.

Проби відбирають з розрахунку: при ширині покриття не більше 7 м – три проби на 1 км; при ширині покриття більш ніж 7 м – три проби з кожних 7000 м^2. Керни і вирубки беруть з різних місць: із середини смуги руху, в нбезпосередній

близькості до сполучення двох ділянок, а також там, де покриття найменш ущільнене рухом. При відборі проб вимірюють товщину шарів і візуально оцінюють міцність їх зчеплення між собою та з основою.

Ступінь ущільнення покриття з гарячого та холодного асфальтобетону оцінюють коефіцієнтом ущільнення $К_у$, який визначають відношенням щільності відібраних з покриттях вирубок чи кернів до щільності переформованого зразка, ущільненого стандартним навантаженням. Нормативні значення коефіцієнту ущільнення асфальтобетону приймають: 0,99 для гарячих щільних сумішей типу А-Д та пористого і високопористого асфальтобетонів; 0,96 – для холодного асфальтобетону. Завершення процесу ущільнення візуально оцінюють по відсутності слідів на покриття від проходу важкого котка.

Під час приймання робіт з улаштування асфальтобетонних покриттів допустимі відхилення від проектних мають бути не більше: по ширині 10 см; по товщині 10%, поперечний похил 5‰, просвіт під 3-метровою рейкою 5 мм.

Розділ 4.
Організаційна частина

4.1. Загальні положення

В даному розділі магістерської роботи розробляються заходи з організації дорожньо-будівельних робіт під час капітального ремонту автомобільної дороги Суми − Полтава на ділянці км 145+551 − км 149+629.

Район будівництва – Полтавська обл., дорожньо-кліматична зона − У-ІІ.

Умови постачання будівництва дорожньо-будівельними матеріалами:

Асфальтобетонну суміш для влаштування дорожнього покриття передбачено доставляти з АБЗ, розташованого на відстані 20 км від кінця ділянки (км 149+629). Транспортування асфальтобетонної суміші на дорогу передбачається автосамоскидами КрАЗ-65055-063 вантажністю 20 т по дорогам з твердим покриттям.

Ґрунт для розширення земляного полотна передбачено завозити з кар'єру, розташованого на відстані 7,0 км від кінця ділянки (км 149+629). Транспортування ґрунту на дорогу передбачається автосамоскидами КрАЗ-65055-063 вантажністю 20 т по дорогам з ґрунтовим покриттям.

Бітум для потреб будівництва передбачено завозити зі складу при АБЗ, розташованого на відстані 20 км від кінця ділянки (км 149+629). Транспортування в'яжучого здійснюється автогудронаторами ДС-39Б з цистернами ємністю 4 т.

Умови постачання будівництва допоміжними ресурсами:

Воду для потреб будівництва передбачено завозити з водоймища, розташованого на відстані 5 км від кінця ділянки (км 149+629). Транспортування води в передбачається автоцистернами ємністю 4 т.

Електроенергію для забезпечення дорожньо-будівельних робіт передбачено отримувати від пересувної електростанції ПЕС-60 потужністю 48 кВт.

4.2. Основні технічні та конструктивні параметри дороги

Технічні параметри автомобільної дороги Суми − Полтава на ділянці від км 145+551 до км 149+629:

Параметр	Од.вим.	К-ть
Ширина земляного полотна, м	м	14,0-14,5
Ширина проїзної частини, м	м	7,0
Ширина смуг руху, м	м	3,5
Ширина узбіччя, м	м	3,5-3,75
Ширина укріпленої смуги узбіччя, м	м	0,50
Поздовжній похил	‰	до 20

З метою доведення конструкції дорожнього одягу до вимог перспективної інтенсивності руху в проекті передбачено:

− часткова заміна конструкції дорожнього одягу шляхом ресайклінгу існуючих шарів покриття на глибину 13 см з укріпленням фрезованої суміші бітумною емульсією;

− влаштування нової конструкції дорожнього одягу:

− нижній шар покриття − гаряча щільна крупнозерниста асфальтобетонна суміш марки І типу Б товщиною 6 см.

− верхній шар покриття − гаряча щільна дрібнозерниста асфальтобетонна суміш марки І типу Б товщиною 5 см.

Узбіччя на ширину 1,50 м на всій довжині укріплюється фракціонованим щебенем товщиною 10 см, а прибровочній частині – засівом травою.

4.3. Визначення обсягів дорожньо-будівельних робіт

Для визначення трудоємкості та вартості виконання основних видів дорожньо будівельних робіт визначаємо їх обсяги (див табл. 1).

Таблиця 1 − Зведена відомість обсягів дорожньо-будівельних робіт.

№ п/п	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг робіт
1. Підготовчі роботи			
1.1	Відновлення траси на місцевості	км	4,078
1.2	Демонтаж дорожніх знаків	100 шт	0,24
2. Земляне полотно			
2.1	Розроблення ґрунту в кар'єрі екскаватором з транспор-туванням самоскидами у насип на відстань до 10 км	1000 м3	16,312
2.2	Переміщення ґрунту з бокових резервів бульдозером на відстань до 10 м	1000 м3	16,312
2.3	Ущільнення ґрунту земляного полотна самохідними котками з кулачковими вальцями	1000 м3	16,312
2.4	Планування поверхні земляного полотна автогрейдером	1000 м2	58,070
2.5	Укріплення укосів насипу земляного полотна й кюветів гідрозасівом багаторічних трав	1000 м2	58,070
3. Дорожній одяг			
3.1	Ресайклінг дорожнього одягу за допомогою ресайклера Wirtgen WR2500S на глибину 13 см зі стабілізацією асфальтогрануляту бітумною емульсією 4%	1000 м2	32,624
3.2	Улаштування шару покриття з гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 6 см	1000 м2	32,624
3.3	Улаштування шару покриття з гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 5 см	1000 м2	32,624
3.4	Укріплення узбіч розсипом фракційованого щебня товщиною 10 см	1000 м2	12,234
4. Обстановка дороги та приналежність дороги			
4.1	Установлення дорожніх знаків на металевих стійках	100 шт	0,24
4.2	Установлення сигнальних з/б стовпів	100 шт	0,8
4.3	Улаштування тросового огородження на з/б стовпах	100 м	2,4
4.4	Улаштування дорожньої розмітки у вигляді суцільних ліній шириною 10 см	1 км	8,4

4.5	Улаштування дорожньої розмітки у вигляді переривчатих ліній шириною 10 см	1 км	3,8

4.4. Обгрунтування термінів дорожньо-ремонтних робіт

Обгрунтування темпів будівництва виконуємо за величиною сумарних затрат часу, які потрібні для улаштування найбільш трудомісткого шару дорожнього одягу. Розрахунок сумарних затрат часу роботи машин для улаштування усіх шарів дорожнього одягу виконуємо в табл. 2.

Таблиця 2 − Розрахунок сумарних затрат часу роботи машин при улаштуванні шарів дорожного одягу.

№ п/п	Найменування робіт	Обсяг робіт		Затрати часу, маш.-год		Прим.
		од.вим.	к-ть	на од.вим.	на обсяг	
1	Ресайклінг дорожнього одягу на глибину до 13 см	1000 м^2	32,624	52,99	1729	2-182-1*
2	Улаштування шару покриття з гарячої крупнозернистої а/б суміші товщиною 8 см	1000 м^2	32,624	34,58	1269	27-53-3 27-54-3
3	Улаштування шару покриття з гарячої дрібнозернистої а/б суміші товщиною 5 см	1000 м^2	32,624	34,58	1269	27-53-1 27-54-1

* ВБН Д.2.2-218-045-2001

Найбільші сумарні затрати часу роботи машин при улаштуванні шарів дорожного одягу (див. табл. 2) приходяться на ресайклінг дорожнього одягу, тому приймаємо цей процес у якості визначального.

Норма витрати часу на роботу комплекту машин у складі ресайклера Wirtgen WR2500S з автогудронатором ДС-203А складає 1,48 маш-год / 1000 м^2.

Витрати часу роботи комплекту машин на весь обсяг робіт

$$Z_к = 1{,}48 \times 32{,}624 = 48{,}28 \text{ маш-год.}$$

Тривалість виконання робіт на визначальному процесі

$$T_{оп} = \frac{Z_к}{N \times t_{зм}} = \frac{48{,}28}{1 \times 8} \approx 6 \text{ маш-змін,}$$

де N – наявна кількість ресурсу з найбільшими затратами часу роботи на визначальному процесі, N = 1 од.; $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, $t_{зм}$ = 8 год;

Технологічна швидкість часткового потоку, виходячи з можливості роботи на захватці одного комплекту машин:

$$V_м = \frac{I \times N \times t_{зм}}{V \times b} = \frac{1000 \times 1 \times 8}{1{,}48 \times 8{,}0} = 675{,}6 \text{ м/зміну}$$

де I – вимірювач обсягу робіт, I = 1000 м^2; b – середня ширина шару, b = 8,0 м; V – затрати часу роботи ресурсу на вимірювач обсягу робіт.

Розрахункова швидкість часткового потоку, виходячи з календарної тривалості сезону для влаштування основ:

$$V_t = \frac{L}{T_к} = \frac{4000}{84} \approx 111{,}1 \text{ м/зміну}$$

де L – протяжність ділянки дороги, L = 4000 м; $T_к$ – календарна тривалість сезону, $T_к$ = 84 дні.

Приймаємо темп потоку $V_п$ = 200 м/зміну, виходячи з умови $V_п > V_t$. Тривалість робіт на всіх процесах обєктного потоку при даному темпі складає:

$$T = \frac{L}{V_п} = \frac{4000}{200} \approx 20 \text{ змін.}$$

4.5. Розрахунок потреби матеріально-технічних і трудових ресурсів.

1. Підготовчі роботи

1.1. Відновлення осі траси на місцевості.

Норматив – ШД10-1-5-2

Вимірник – 1 км

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 4,078

Склад підрозділу: інженер – 1 чол., технік – 1, дорожній робітник – 2, водій – 1.

1.2. Демонтаж дорожніх знаків

Норматив – РЕКН 27-83-1 (прим.)

Вимірник – 100 знаків.

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 0,24.

2. Земляне полотно

2.1. Розроблення ґрунту екскаватором з транспортуванням автосамоскидами у насип на відстань до 10 км

Норматив – РЕКН 1-17-13

Вимірник – 1000 $м^2$.

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 16,312.

2.2. Переміщення ґрунту з бокових резервів бульдозером на відстань до 10 м

Норматив – ШД 1-53-1

Вимірник – 1000 $м^3$.

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 16,312

2.3. Ущільнення ґрунту земляного полотна самохідними дорожніми котками

Норматив – ДА 1-7-5

Вимірник – 1000 $м^3$.

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 16,312

2.4. Планування поверхні земляного полотна автогрейдером

Норматив – ШД 1-58-3.

Вимірник – 1000 $м^2$.

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 58,070.

2.5. Укріплення укосів насипу зем.полотна гідрозасівом багаторічних трав.

Норматив – РЕКН 1-152-2.

Вимірник – 100 $м^2$.

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 58,070.

3. Дорожній одяг

3.1 Ресайклінг дорожнього одягу за допомогою ресайклера Wirtgen WR2500S на глибину 13 см зі стабілізацією бітумною емульсією в кількості 4%

Норматив – СЛ 2-32-1

Вимірник – 1000 м^2

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 32,624.

3.2. Улаштування покриття з гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 8,0 см

Норматив – РЕКН 27-53-3, 27-54-3

Вимірник – 1000 м^2 .

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 32,624.

3.3. Улаштування покриття з гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 5,0 см

Норматив – РЕКН 27-53-1, 27-54-1

Вимірник – 1000 м^2 .

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 32,624.

3.4. Укріплення узбіч на ширину 1,5 м розсипом фракційованого щебеню із заклинкою товщиною 10 см

Норматив – ШД 1-23-1

Вимірник – 1000 м^2 .

Обсяг робіт (в одиницях вимірника) – 12,234.

Розділ 5.
Економічна частина

5.1. Загальні положення

В даному розділі розробляється кошторисна документація для визначення вартості дорожніх робіт з капітального ремонту ділянки автомобільної дороги Н-12 Суми − Полтава в межах від км 145+551 до км149+629.

Склад кошторисної документації:

– договірна ціна на виконання будівельних робіт;

– зведений кошторисний розрахунок вартості будівельних робіт;

– об’єктний кошторисний розрахунок вартості будівельних робіт;

– локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи

Згідно проведених кошторисних розрахунків вартість робіт з капітального ремонту ділянки автомобільної дороги Н-12 Суми − Полтава в межах від км145+551 − км149+629 за договірною ціною становить 40 млн.грн., у т.ч. будівельних робіт – 32 млн.грн.

ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Поліпшення транспортно-експлуатаційного стану ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342» розроблена у відповідності з вимогами діючої нормативно-технічної документації.

Магістерська робота містить 13 аркушів креслень формату А1 та 7 розділів пояснювальної записки, які охоплюють всі етапи експлуатаційного утримання й ремонтів автомобільної дороги.

У розділі «Аналіз транспортно-експлуатаційного стану дороги» встановлено фактичний стан ділянки автомобільної дороги Суми – Полтава від км 145+551 до км 174+342, на підставі чого розроблено план заходів щодо поліпшення транспортно-експлуатаційного стану.

У розділі «Проектно-будівельна частина» розроблено заходи з капітального ремонту автодороги Суми – Полтава на ділянці км145+551 − км149+629, які передбачають відновлення основних транспортно-експлуатаційних показників шляхом ресайклінгу існуючого та влаштування нових шарів дорожнього одягу .

У розділі «Технологічна частина» складено технологічну карту на відновлення дорожнього одягу, яка включає: ресайклінг існуючих шарів на глибину 13 см з укріпленням бітумною емульсією та влаштування двох шару асфальтобетонного покриття.

У розділі «Організаційна частина» складено розраховано та календарний план робіт при капітальному ремонті автодороги Суми – Полтава на ділянці км145+551 − км149+629, основні показники якого наведено в таблиці ТЕП.

У розділі «Економічна частина» розраховано кошторисну вартість робіт при капітальному ремонті автодороги Суми – Полтава на ділянці км145+551 − км149+629, основні показники якого наведено в таблиці ТЕП.

Також у роботі розроблено заходи з охорони навколишнього середовища, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Основні техніко-економічні показники проекту робіт з капітального ремонту автомобільної дороги Суми – Полтава на ділянці км 145+551 − км 149+6290

№ з/п	Найменування показників	Од. вим.	Кількість
1.	Довжина ділянки дороги	км	4,078
2.	Кошторисна вартість будівництва	млн.грн.	40,0
3.	Приведена кошторисна вартість будівництва	млн.грн./км	10,0
4.	Кошторисна вартість будівельних робіт	млн.грн.	32,0
5.	Приведена кошторисна вартість будівельних робіт	млн.грн./км	8,0
6.	Витрати праці на будівництво	люд.-змін	1781
7.	Тривалість будівництва	днів	77
8.	Середня кількість робітників	чол.	23
9.	Максимальна кількість робітників	чол.	38
10.	Коефіцієнт нерівномірності руху робітників	-	1,64

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. − 91 с.
2. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – К.: Держбуд України, 2001.
3. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. − К.: Мінрегіонбуд України, 2016 − 61 с.
4. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпеки у будівництві. − К.: Мінрегіонбуд України, 2012. − 94 с.
5. ДСТУ 3587-97. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану.
6. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації
7. ДСТУ Б Д.2.2-27:2016 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Автомобільні дороги (Збірник 27)
8. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів
9. ДСТУ-Н Б В.2.3-32:2016 Настанова з улаштування земляного полотна автомобільних доріг
10. ГБН Г.1-218-182:2011. Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види робіт та перелік робіт.
11. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування
12. ВБН В.2.3-218-539:2007 Влаштування шарів дорожнього одягу автомобільних доріг загального користування з холодних сумішей, що містять фрезерований асфальтобетон.
13. СОУ 42.1-37641918-105:2013. Класифікація робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування

14. ВБН Д.2.2-218-045-2001. Відомчі ресурсні елементні кошторисні норми. Ремонт автомобільних доріг та мостів.
15. ВБН Д.2.2-218-045.1-2006 Відомчі ресурсні елементні кошторисні норми. Експлуатаційне утримання автомобільних доріг та мостів
16. ВБН Д.1.1-218-001-2001. Порядок визначення вартості будівництва, реконструкції, капітального та поточного ремонтів автомобільних доріг загального користування.
17. ВБН В.3.2-218-180-2003. Правила визначення вартості робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування.
18. СОУ 42.1-37641918-035:2018 Автомобільні дороги. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи
19. СОУ 42.1-37641918-071:2018 Автомобільні дороги. Ресурсні елементні кошторисні норми на роботи з експлуатаційного утримання
20. ГСТУ 218-03449261-099-2002. Безпека дорожнього руху. Порядок проведення лінійного аналізу аварійності та оцінки умов безпеки руху на автомобільних дорогах. – К.: Держбуд України, 2003.
21. ГСТУ 218-02070915-102-2003. Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх покриттів. Методи та засоби. – К.: Держбуд України, 2003.
22. Білятинський О.А., Старовойда В.П. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.
23. Бойчук В.С. Довідник дорожника. – К., Урожай, 2002. – 560 с.
24. Бойчук В.С., Кірічек Ю.О., Сергеєв О.С. Штучні споруди на дорогах. – Дн-к, ПДАБА, 2004. – 364 с.
25. Розвиток мережі доріг та безпека руху / [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://dorogimosti.org.ua/files/upload/iR_18.pdf
26. Солодкий С.Й., Толмачов С.М. Бетонні дорожні та аеродромні покриття. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. - 132 с.

27. Гончаренко Ф.П., Прусенко Є.Д., Скорченко В.Ф. Експлуатаційне утримання та ремонт автомобільних доріг за складних погодних та екологічних умов. – К., 1999. – 264 с.
28. Жданюк В.К., Сибільський Д. Рециклювання дорожніх одягів // Науково-виробничий журнал «Автошляховик України». – 2006. − №4. С. 32-35
29. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник .- Львів: Афіша. – 2002. 320 с.
30. Заворицький В.Й., Аленіч М.Д., Кизима С.С. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг. – К.: ІСДО, 1995. – 136 с.
31. Жданюк В.К., Сибільський Д. Рециклювання дорожніх одягів ч.III // Автошляховик України. – 2006. - №6. – С. 23-25.
32. Кліматичні характеристики: Довідковий матеріал до курсового й дипломного проектування для студентів спеціальності «Автомобільні дороги та аеродроми» всіх форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 60 с.
33. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технічна експлуатація автомобільних доріг». – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – 23 с.
34. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія будівництва автомобільних доріг» для студентів спеціальності «Автомобільні дороги та аеродроми» всіх форм навчання. Частина II «Технологія будівництва дорожнього одягу». – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – 35 с.
35. Методичні вказівки до оцінювання транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги при виконанні курсових і дипломних проектів. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – 31 с.
36. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія будівництва автомобільних доріг» для студентів

спеціальності «Автомобільні дороги та аеродроми» всіх форм навчання. Частина ІІ «Технологія будівництва дорожнього одягу». – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – 35 с.

37. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технічна експлуатація автомобільних доріг» для студентів напряму підготовки 6.060101 за професійним спрямуванням «Автомобільні дороги і аеродроми» всіх форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – 23 с.
38. Савенко В.Я., Славінська О.С., Лисенко О.П. Основи технології будівництва доріг: Навчально-методичний посібник. – К.: НТУ, 2006. – 247 с.
39. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної магістерської роботи практичного спрямування для студентів ОКР «магістр» спеціальності 8.06010105 «Автомобільні дороги і аеродроми» всіх форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2015. – 39.
40. Собко Ю. М., Сідун Ю. В., Карасьова Л. О. Проектування автомобільних доріг. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 228с.
41. Технологія будівництва автомобільних доріг в прикладах (для курсового та дипломного проектування) / В.Я. Савенко, О.С. Славінська, Г.М. Фещенко, В.І. Каськів. – К.: НТУ, 2003. – 377 с.
42. ДСТУ Б В.2.7-119. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. − К.: Мінрегіон України, 2012. − 39 с.