

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

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

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
магістр
(ступінь вищої освіти)

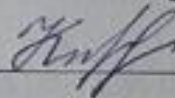
на тему: Обґрунтування потрібної кількості матеріалів і транспортних засобів для будівництва дорожнього одягу автомобільної дороги

за освітньою програмою: Автомобільні дороги

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія

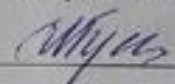
Виконав:

студент групи: ДА 2221


(підпис студента)

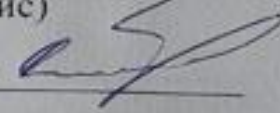
Денис КУЧЕР
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

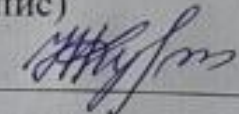
Доцент Марина ГУСАК
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:


(підпис)

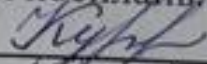
Доцент Сергій БАЙДАК
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультант:


(підпис)

Професор Микола КУРГАН
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент 
(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

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

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: Обґрунтування потрібної кількості матеріалів і транспортних засобів для будівництва дорожнього одягу автомобільної дороги

за освітньою програмою: Автомобільні дороги

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія

Виконав:

студент групи: ДА 2221

(підпис студента)

Денис КУЧЕР

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

Доцент Марина ГУСАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

Доцент Сергій БАЙДАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультант:

(підпис)

Ст. викл. Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

(підпис)

Дніпро – 2023 рік

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

Faculty of «Construction, Architecture and Infrastructure»
(faculty)

Department of Transport Infrastructure
(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis

magistr
(higher education degree)

Justification of the required amount of materials and vehicles for the construction of
road clothing of the highway

according to educational curriculum: Construction and civil engineering
in the Speciality: 192 Motor roads and airfields

Done by the student of the group: ДА2221

/ Denis Kucher /
(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Associate Professor Maryna Husak /
(position, name, surname)

Normative controller:

/ Associate Professor Sergiy Baidak /
(position, name, surname)

Supervisors:

/ Senior teacher Oleg Luzhitsky /
(position, name, surname)

Supervisors:

/ Associate Professor Yuri Zayats /
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: *Будівництво, архітектура та інфраструктура*

Кафедра: *Транспортна інфраструктура*

Рівень вищої освіти: *Бакалавр*

Освітня програма: *Автомобільні дороги і аеродроми*

Спеціальність: *Будівництво та цивільна інженерія*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ТЮТКІН

(підпис)

«___» _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу _____ магістр

(ступінь вищої освіти)

студенту Кучеру Денису Миколайовичу

1. Тема роботи: Обґрунтування потрібної кількості матеріалів і транспортних засобів для будівництва дорожнього одягу автомобільної дороги

Керівник роботи: Гусак Марина Анатоліївна, кандидат технічних наук

Затверджена наказом від 01.03. 2023 р. № 196 ст

2. Строк подання студентом роботи – 15 січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Район проектування – Луганська область	Розрахункова швидкість, км/год – 80
Початковий пункт – Старобільськ	Інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів – 3600 вант. автом.на добу
Кінцевий пункт – Бахмут	Категорія дороги – II
Довжина ділянки дороги, км – 7,5	Кількість смуг руху – 2
Керівний похил, ‰ – до 30	Конструкція дорожнього одягу – асфальтобетон

4. Зміст пояснювальної записки:

1 Аналітична частина

1.1 Аналіз стану питання щодо будівництва автомобільних доріг у Луганській області. Мета роботи.

1.2 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою

1.3 Норми проектування плану і поздовжнього профілю при реконструкції автомобільної дороги.

2 Основна частина

2.1 Технічна характеристика об'єкту

2.2 Методика розрахунків необхідної кількості транспортних засобів для будівництва дорожнього одягу автомобільної дороги

2.3 Дослідження впливу різних факторів на потрібну кількість транспортних засобів для доставки матеріалів			
3 Економічна частина			
3.1 Розробка варіантів дорожнього одягу в залежності від ступеню руйнування.			
3.2 Обґрунтування рекомендованого варіанту			
4 Охорона праці та захист навколишнього середовища			
4.1 Заходи з охорони праці			
4.2 Оцінка впливу на навколишнє середовище			
5. Перелік графічного матеріалу: Конструкції дорожнього одягу, що прийняті для техніко-економічного порівняння			
6. Консультанти розділів роботи:			
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1	Гусак М.А., доцент		
2, 4	Гусак М.А., доцент		
3	Лужицький О.Ф., ст. викл.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Аналіз стану питання щодо будівництва автомобільних доріг у Луганській області. Мета роботи.	02.10.2023	10
2	Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Вимоги і норми проектування плану й профілю при реконструкції автомобільної дороги	16.10.2023	10
3	Технічна характеристика об'єкту у межах Луганської області км 93+500 – км 101+000.	01.11.2023	15
4	Методика оцінки потрібної кількості матеріалів і транспортних засобів для будівництва дорожнього одягу. Дослідження впливу різних факторів на потрібну кількість транспортних засобів для доставки матеріалів.	20.11.2023	25
5	Розробка варіантів дорожнього одягу в залежності від ступеню руйнування. Обґрунтування рекомендованого варіанту	11.12.2023	20
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	25.12.2023	10
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	10
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	28.01.2024	100

Студент

_____ Денис КУЧЕР
(підпис)

Керівник роботи

_____ Марина ГУСАК
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:
(рівень освіти)

62 с., 23 рис., 9 табл., 18 джерел.

Об'єкт дослідження – процес реконструкції ділянки автомобільної дороги, що передбачає відновлення інфраструктури.

Предмет дослідження – технічні вимоги і параметри реконструкції автодороги; матеріали і технології для виконання будівельних робіт; вплив реконструкції на навколишнє середовище та розробка заходів для зменшення негативних наслідків.

Мета роботи – аналіз існуючого стану й розробка заходів щодо модернізації автомобільної дороги з метою виконання всіх вимог і нормативів, які регулюють процес реконструкції автомобільної дороги, обґрунтування потрібної кількості матеріалів і транспортних засобів для будівництва дорожнього одягу автомобільної дороги.

Методи дослідження. У роботі використовувалися статистичний аналіз і натурні спостереження для визначення параметрів плану, поздовжнього профілю і технічного стану автомобільної дороги. Розрахунки виконувались з використанням програми Excel.

Одержані результати. Проведені розрахунки з відновлення дорожнього покриття в залежності від ступеня руйнування. Надані рекомендації сприятимуть прийняттю ефективних проєктних рішень та попередньої оцінки завданих збитків від руйнування або пошкодження автомобільних доріг внаслідок збройної агресії Російської Федерації.

Ключові слова: *автомобільний транспорт, автомобільна дорога, пропускна здатність, безпека руху, діагностика об'єктів, поздовжній профіль, план лінії, максимальна швидкість, навколишнє середовище*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Аналіз стану питання щодо будівництва автомобільних доріг у Луганській області	9
1.2 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою.....	11
1.3 Норми проектування при реконструкції автомобільної дороги	16
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	22
2.1 Технічна характеристика об'єкту.....	22
2.2 Розрахунки обсягів будівельних матеріалів і необхідної кількості транспортних засобів для будівництва дорожнього одягу автомобільної дороги	26
2.3 Дослідження впливу різних факторів на потрібну кількість транспортних засобів для доставки матеріалів	32
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	35
3.1 Розробка варіантів дорожнього одягу в залежності від ступеню руйнування.	35
3.2 Обґрунтування рекомендованого варіанту	39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ..	46
4.1 Вимоги безпеки під час відсіпки земляного полотна під автомобільну дорогу.....	46
4.2 Оцінка впливу на навколишнє середовище	52
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	58
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	60

					051. ДА2221.МР.2024.000			
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	Магістерська робота	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробник	Кучер Д.М.					П		
Гол. кер.	Гусак М.А..					УДУНТ		
Консульт.	Лужицький О.Ф.							
Нормокон.	Байдак С. Ю.							

ВСТУП

За останні роки в Україні спостерігається позитивна динаміка в розвитку дорожньої інфраструктури. Зокрема, збільшуються обсяги фінансування будівництва та ремонту автодоріг, впроваджуються нові технології та методи будівництва, а також вдосконалюється законодавче регулювання у цій сфері.

За даними Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодор), у 2023 році на будівництво та ремонт автодоріг виділено 110 мільярдів гривень. Це на 20 мільярдів гривень більше, ніж у 2022 році. Такі обсяги фінансування дозволяють здійснювати масштабні роботи з будівництва та ремонту автодоріг. Зокрема, у 2023 році планується завершити будівництво 2500 кілометрів автодоріг, а також провести ремонт 10000 кілометрів автодоріг.

В Україні активно впроваджуються нові технології та методи будівництва автодоріг. Зокрема, все частіше використовуються такі технології, як:

- технологія холодного регенерування асфальтового покриття, дозволяє відновити пошкоджені ділянки асфальтового покриття без його демонтажу;
- технологія бетонування автодоріг, дозволяє створити міцне та довговічне дорожнє покриття.
- технологія будівництва автодоріг із застосуванням штучних матеріалів, що дозволяє використовувати матеріали, які є більш міцними та довговічними, ніж традиційні матеріали.

Впровадження нових технологій та методів будівництва дозволяє підвищити якість та довговічність автодоріг.

У 2022 році в Україні було прийнято новий Закон України «Про дорожній фонд». Цей Закон запроваджує нові принципи фінансування будівництва та ремонту автодоріг. Зокрема, передбачається, що фінансування будівництва та ремонту автодоріг буде здійснюватися за рахунок коштів дорожнього фонду. Запровадження нового Закону «Про дорожній фонд» сприятиме підвищенню ефективності використання коштів, які спрямовуються на будівництво та ремонт автодоріг.

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		7

У рамках реалізації Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року передбачено такі пріоритети розвитку дорожньої інфраструктури:

– розвиток мережі автодоріг міжнародного значення: передбачається завершити будівництво та ремонт автодоріг міжнародного значення, які є важливими для міжнародної торгівлі та співробітництва;

– розвиток мережі автодоріг державного значення: передбачається завершити будівництво та ремонт автодоріг державного значення, які є важливими для регіонального розвитку.

– розвиток мережі автодоріг місцевого значення: передбачається завершити будівництво та ремонт автодоріг місцевого значення, які є важливими для забезпечення доступності населених пунктів.

Реалізація цих пріоритетів дозволить покращити стан дорожньої інфраструктури в Україні та забезпечити її відповідність вимогам сучасності.

Впровадження нових технологій та методів будівництва, запровадження нового законодавства, яке сприяє підвищенню ефективності використання коштів на будівництво та ремонт автодоріг, реалізація пріоритетів розвитку дорожньої інфраструктури, які передбачені Національною транспортною стратегією України на період до 2030 року, дозволять покращити стан дорожньої інфраструктури в Україні, зменшити рівень аварійності на дорогах, збільшити пропускну здатність доріг.

При будівництві автомобільних доріг велику роль відіграє інноваційні технології. Їхнє впровадження потребує використання сучасних матеріалів та ефективних дорожньо-будівельних машин та механізмів, без яких неможливо організувати будівництво доріг з високою продуктивністю та якістю.

Реалізація цих заходів дозволить створити в Україні сучасну дорожню інфраструктуру, яка відповідатиме вимогам сучасності.

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
						8
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз стану питання щодо будівництва автомобільних доріг у Луганській області

У Луганській області завершилися ремонтні роботи за маршрутом «Сєвєродонецьк – Золоте», які були виконані у рамках програми Президента Володимира Зеленського «Велике будівництво».

Маршрут складається з двох ділянок автомобільних доріг Р-66 та Т-13-16 загальною протяжністю 44 кілометри (рисунок 1.1).

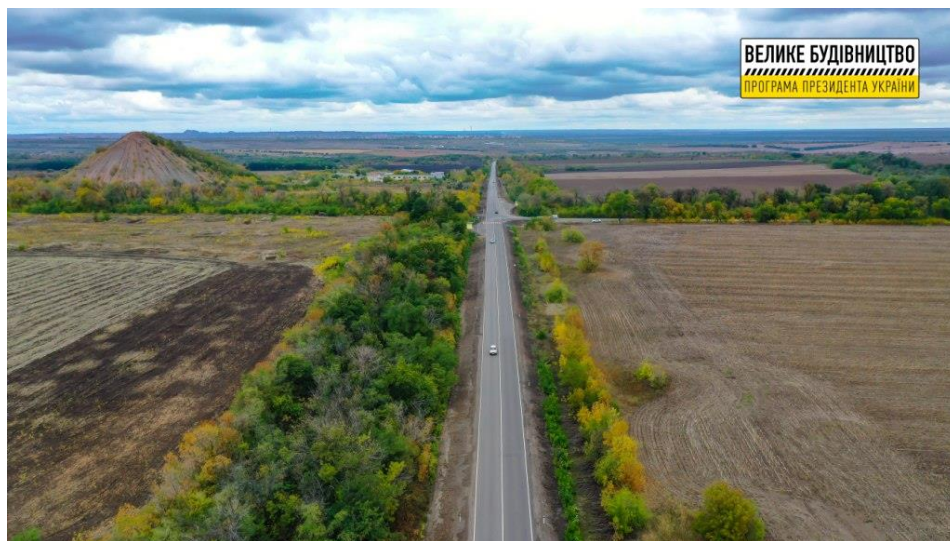


Рисунок 1.1 – Маршрут автомобільних доріг Р-66 та Т-13-16

На маршруті уже нанесена горизонтальна розмітка методом холодного пластику та встановлені сигнальні стовпчики. Використання холодного пластику для розмітки забезпечує кращу видимість, підвищує безпеку руху, створює функціональне і естетично-привабливе покриття.

Планувалося відремонтувати у 2021 році на Луганщині 241 км доріг державного значення. Всього за проєктом «Велике будівництво» упродовж 2020 та 2021 років капітальним та поточним ремонтом передбачалося охопити 461 км доріг. Це більш ніж третина доріг державного значення – 1200 км області.

Загалом Укравтодор планував за підтримки спонсорів у 2022 році провести капремонт 61,5 км доріг на двох ділянках. Йдеться, зокрема, про

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
						9
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		

49,5 км між Рубіжним та Старобільськом на дорозі Т-13-02 КПП «Танюшівка» – Старобільськ – Бахмут. Друга ділянка протяжністю 12 км, що проходить через Сватове, розташована на дорозі Н-26 Чугуїв – Мілове (км 136 – 148).

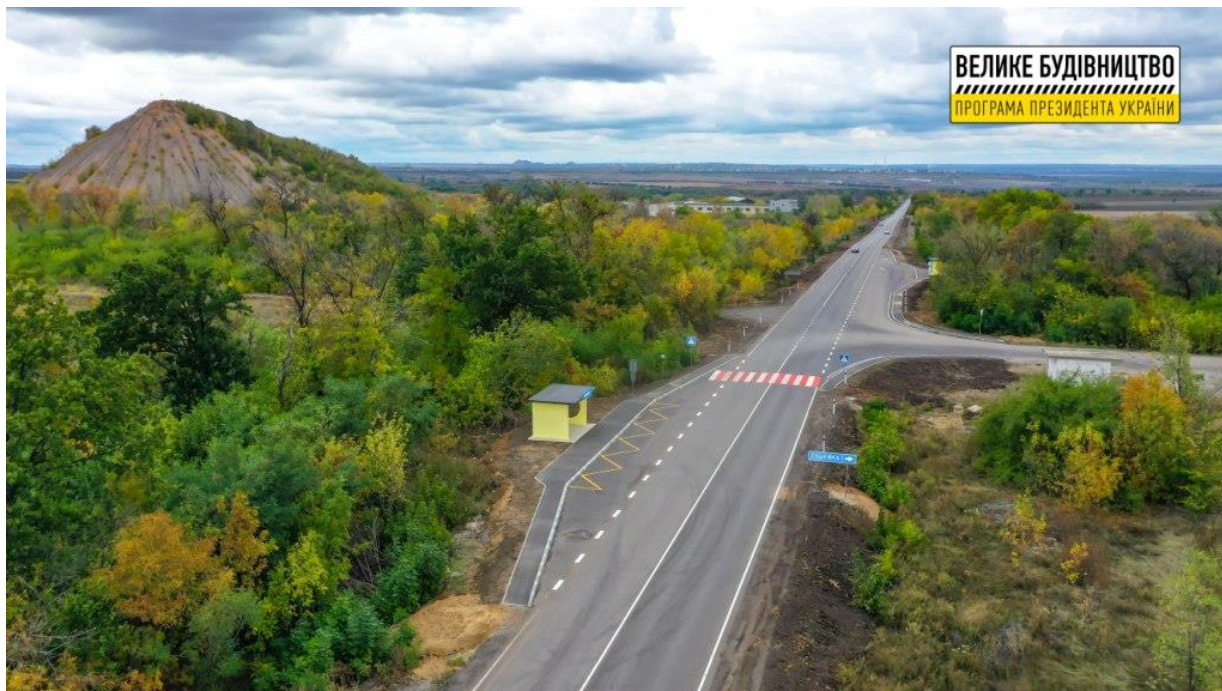


Рисунок 1.2 – Розмітка на автодорозі методом холодного пластику

У планах Укравтодору залучити міжнародних партнерів також до оновлення ще 121,6 км дороги Р-66 КПП «Демино – Олександрівка» – Сватове – Лисичанськ – Луганськ. Усі закупівлі у межах спільних проєктів здійснюватимуться шляхом міжнародних конкурентних торгів за правилами, встановленими МБРР.

У 2021 р. у межах «Великого будівництва» у Луганській області було відремонтовано 225 км. У 2022 році планують оновити ще 300 км. Таким чином, за три роки «Великого будівництва» загальна протяжність оновлених доріг державного значення в області становитиме 650 км – понад половину всієї мережі.

У грудні 2021 року між луганськими дорожниками і харківським Облавтодором було укладено дворічний договір загальною вартістю 608 млн грн. Протягом 2022-2023 років підрядник мав проводити поточний ремонт і

експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування державного значення та штучних споруд у Луганській області. Окремо у договорі сторони прописали, що фінансуватимуться дороги на підконтрольній території України.

В Укравтодорі склалася критична ситуація. Майже всі доходи державного дорожнього фонду спрямовуються на виконання боргових зобов'язань за запозиченнями, залученими державою або під державні гарантії на розвиток мережі автомобільних доріг загального користування. Зараз для фінансування дорожніх робіт майже зовсім відсутні кошти, що не дає можливості забезпечити утримання мережі автомобільних доріг у належному технічному стані, а також проведення аварійно-відновних робіт на ділянках доріг та штучних спорудах, що зазнали руйнувань внаслідок бойових дій. Станом на 13 жовтня 2022 року на будівництво, реконструкцію та ремонт автомобільних доріг загального користування державного значення було спрямовано лише близько 441,63 млн грн з коштів державного дорожнього фонду.

Росіяни зруйнували всі досягнення «Великого будівництва». Станом на 13 жовтня 2022 року, зруйновано або пошкоджено 140 споруд та близько 8,8 тис. кілометрів автомобільних доріг державного значення. Щоб усе відновити, необхідно понад 300 млрд грн.

Певні ремонти доріг у зоні бойових дій проводилися. Зокрема, коли йдеться про критичні мости та шляхи для підвезення зброї і вивезення поранених. Ремонтувалися підірвані мости на звільнених територіях бо вони ведуть до деокупованих міст, де є потреба у доставці різних вантажів та харчових продуктів.

1.2 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою

Транспортна галузь є однією з складових економіки країни. Транспортна галузь України має розгалужену мережу автомобільних доріг, що складає протяжністю 169,5 тис км доріг загального користування. Майже всі автомобільні шляхи України проходять через населені пункти, що не відповідає

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш 11
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимогам міжнародних транспортних коридорів, адже призводить до обмеження швидкості руху автомобільного транспорту на напрямку.

Основною проблемою дорожньої інфраструктури на сьогодні є його критичний стан [1]. До значного зношення доведено стан дорожнього покриття та земляного полотна. Також, варто зазначити, що з 1 січня 2020 року відміняється такий вид будівництва як поточний середній ремонт, при якому тільки відновлюються існуючі технічні параметри дороги без їх доведення до нормативних значень. Також, при цьому виді ремонту не виконується підсилення дорожнього одягу, тому такий вид ремонту не забезпечує довговічність та надійність роботи дорожнього одягу. Сьогодні є багато наукових досліджень, виконаних в даному напрямку.

Дорожній одяг складається з декількох шарів матеріалу, які мають різне функціональне призначення і товщину. Загалом, конструкція дорожнього одягу може відрізнятися залежно від типу дороги, її класу, наявності підземних комунікацій та інших факторів. Найбільш поширеними конструкціями дорожнього одягу є: асфальтобетонна (асфальтова) конструкція: шар асфальтобетону накладається на підготовлену підоснову. Ця конструкція є основною для більшості доріг з твердим покриттям. Вона дозволяє забезпечити високу швидкість руху транспорту та довговічність дорожнього покриття; бетонна конструкція: шар з бетону накладається на підготовлену підоснову. Ця конструкція використовується для доріг з високим рівнем навантаження, наприклад, для автострад; бруківчаста конструкція: утворена зі спеціально оброблених каменів, які мають певний розмір та форму. Ця конструкція використовується для облаштування тротуарів, площ та вулиць із зменшеним рухом автотранспорту; гравійна конструкція: складається з гравійного шару, на який накладається верхній шар з асфальту або бетону. Ця конструкція використовується на менш важливих дорогах або на тимчасових об'єктах.

В залежності від умов експлуатації дороги, конструкції можуть бути змінені, наприклад, шляхом додавання додаткових шарів матеріалу або зміни їх

товщини. Також можуть застосовуватися спеціальні матеріали для збільшення міцності та тривалості дорожнього покриття, такі як гума, полімери або спеціальні добавки.

Окрім того, конструкції дорожнього одягу можуть бути змінені залежно від кліматичних умов, так як від них залежить морозостійкість та водонепроникність дорожнього покриття. Також важливо враховувати вид транспорту. Для важких автомобілів можуть застосовуватися спеціальні конструкції з більш товстими та міцними шарами матеріалу.

Виконання будівельних робіт, їх ритмічність залежать від своєчасного безперебійного і комплексного забезпечення будівництва матеріалами, машинами, паливом, предметами праці та засобами. доставки на будівельні майданчики потрібної кількості матеріалів, напівфабрикатів і деталей. Отже,

матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) будівництва й вибір транспорту для безперебійного постачання мають велике значення при будівництві автомобільних доріг.

Збройна агресія російської федерації докорінно змінила транспортну систему України. Через бойові дії на території України та запроваджений військовий стан вимушені змінювати логістику перевезень, спрямовуючи вантажі на західні прикордонні переходи. Велика кількість транспортної інфраструктури зруйнована.

Тема відновлення дорожнього покриття в залежності від ступеня руйнування автомобільної дороги є актуальною у наш час. За результатами аналізу наукових робіт, які були проведені в цій галузі, можна зробити висновок про те, що використання прогресивних технологій та сучасних матеріалів може допомогти зберегти дорожнє покриття в гарному стані на тривалий період часу та економити кошти на його підтримку.

Одним із підходів до розв'язання проблеми відновлення дорожнього покриття є використання математичних моделей та алгоритмів для прогнозування стану дороги та підбору оптимальних методів її відновлення. У

роботі [2] F. Yang та ін. досліджували різні методи прогнозування стану дорожнього покриття на основі даних про його відмінності та руйнування. За результатами дослідження було розроблено прогностичні моделі для визначення необхідності та оптимальних методів підтримки дорожнього покриття.

Для оцінки стану дороги та визначення необхідних робіт з відновлення дорожнього покриття, можуть використовуватися індекси, які враховують різні типи дефектів на дорозі. Наприклад, у статті [3] автори S. Seyedabrishami та ін. провели огляд методів відновлення дорожнього покриття для різних типів дефектів, таких як тріщини, вибоїни, розшарування тощо.

Для більш ефективного використання інформації в практиці, можуть бути розроблені системи моніторингу та контролю за станом дороги, які дозволять збирати дані про дефекти та їх розповсюдження на дорозі, а також використовувати ці дані для прогнозування майбутнього стану дороги та планування робіт з її відновлення.

Одним з прикладів такої системи є програмне забезпечення Road Doctor, розроблене компанією ARRB Group. Ця система використовує дані, зібрані за допомогою спеціальних датчиків, для аналізу стану дороги та розрахунку її залишкового ресурсу. На основі цих даних програма пропонує оптимальні методи відновлення дорожнього покриття та розраховує вартість необхідних робіт.

Також важливо враховувати екологічні аспекти при відновленні дорожнього покриття. Для цього можуть бути використані екологічно чисті матеріали та технології, такі як відновлення дороги за допомогою вторинної переробки асфальту. Наприклад, у статті [4] автори S. Zohdy та ін. досліджували використання різних реагентів та технологій для відновлення дорожнього покриття з максимальною економією матеріальних та енергетичних ресурсів. Крім того, важливо виконувати регулярні перевірки та обстеження дорожнього покриття з метою вчасного виявлення дефектів та вжиття заходів щодо їх виправлення. В статті [5] автори провели аналіз ефективності різних методів

підтримки дорожнього покриття з метою підвищення його тривалості та зменшення витрат на його підтримку.

На ділянці Старобільськ–Бахмут Луганської області конструкція дорожнього полотна – асфальтобетон. На даний час дорожній одяг має різного ступеню руйнування й пошкодження внаслідок збройної агресії Російської Федерації. Для відновлення дорожнього одягу використано рекомендації наведені в інформаційному довіднику [6]. Цей Альбом слугує інформаційним довідником для проєктувальників та Замовників під час розроблення проєктних рішень щодо відновлення автомобільних доріг загального користування та попередньої оцінки завданих збитків від їх руйнування або пошкодження.

Питанням відновлення інфраструктури залізниць приділено уваги на різного роду міжнародних конференціях у 2022 – 2023 рр. Так, метою Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції [7] був аналіз сучасних підходів з удосконалення транспортно-логістичної інфраструктури та визначення найбільш ефективних напрямків їх застосування для відновлення, модернізації та подальшого комплексного розвитку української логістичної системи, створення стратегії якісного відновлення автомобільних доріг.

В збірнику наукових праць за матеріалами Всеукраїнської наукової конференції [8] викладено результати досліджень фахівців УДУНТ, з яких випливає, що значну роль в процесі відновлення відіграють сучасні технології, проривні і новаторські технічні рішення, конструкторські розробки, наукові відкриття, інженерні інновації. Державна спеціальна служба транспорту Міністерства оборони України першою взяла «на озброєння» цифрові науково-технічні рішення від Dystlab, які забезпечать наукове підґрунтя для швидкого відновлення мостів, автодоріг та інших будівель і споруд.

Виходячи з результатів вищенаведеного аналізу, була визначена мета роботи і напрямки наступних досліджень.

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.3 Норми проєктування при реконструкції автомобільної дороги

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

Для елементів плану та поздовжнього профілю основні параметри визначають таким чином [9]:

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

Фрагменти плану автомобільної дороги наведено на рисунку 1.3, поздовжнього профілю – на рисунку 1.4.

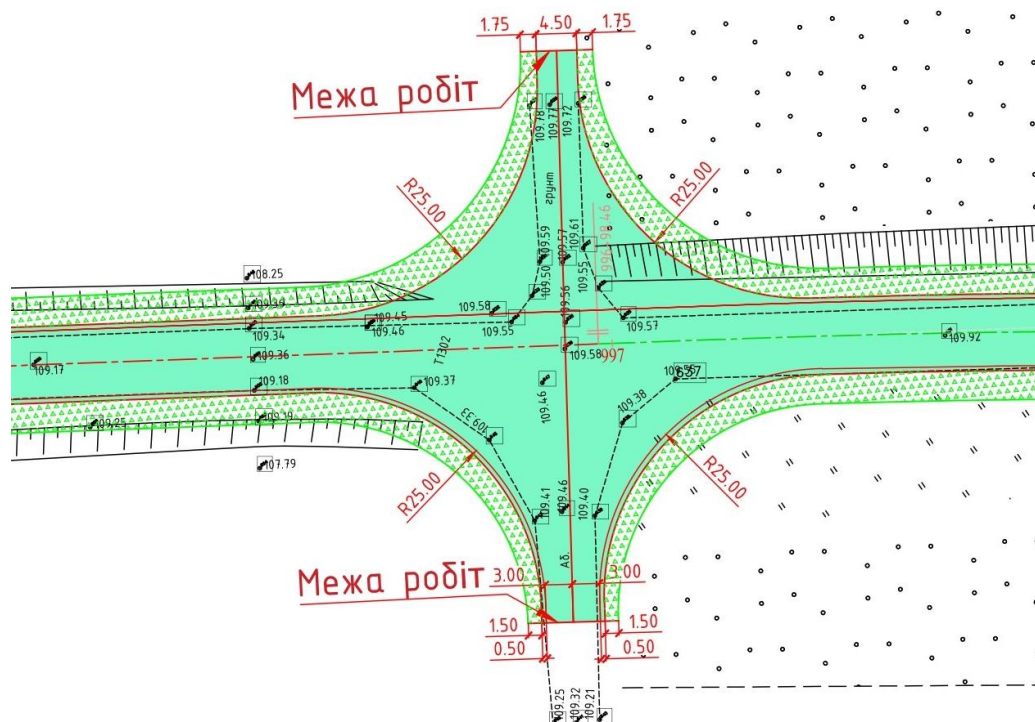


Рисунок 1.3 – План автомобільної дороги

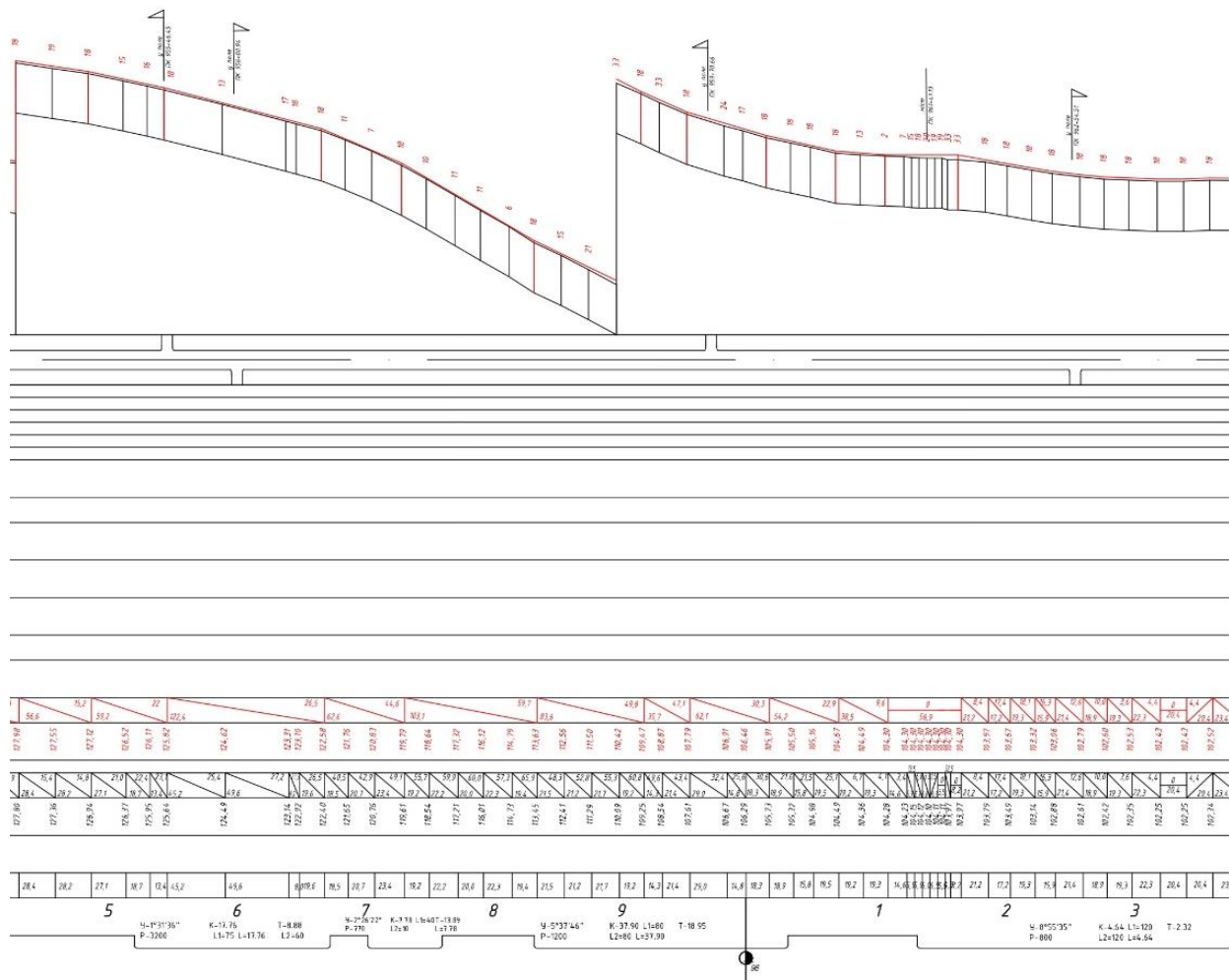


Рисунок 1.4 – Поздовжній профіль (фрагмент)

При проектуванні доріг дозволяється знижувати параметри до гранично-допустимих, визначених до проектних та розрахункових швидкостей (таблиця 1.1).

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

Таблиця 1.1 – Параметри елементів плану і поздовжнього профілю, що залежать від проектних та розрахункових швидкостей

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

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

На під'їздах до перехресть та примикань вулиць і доріг, а також на ділянках з горизонтальними кривими радіусом менше ніж 250 м, слід зменшувати найбільші поздовжні похили на 10%, а з горизонтальним кривими радіусом менше ніж 50 м, в районах з частою ожеледицею – на 20%. Довжину цих підходів слід приймати не менше ніж 50 м до стоп-лінії або початку з'їзду. Найменшу відстань видимості в плані у зоні транспортних розв'язок в одному рівні слід визначати побудовою трикутника видимості рисунок 1.5. В зоні якого не допускається розміщувати будь які будови, тимчасові споруди та зелені насадження заввишки більше ніж 1,2 м. Якщо умову видимості забезпечити неможливо, необхідно передбачити заходи з обмеження швидкості руху та встановлення дорожніх дзеркал.

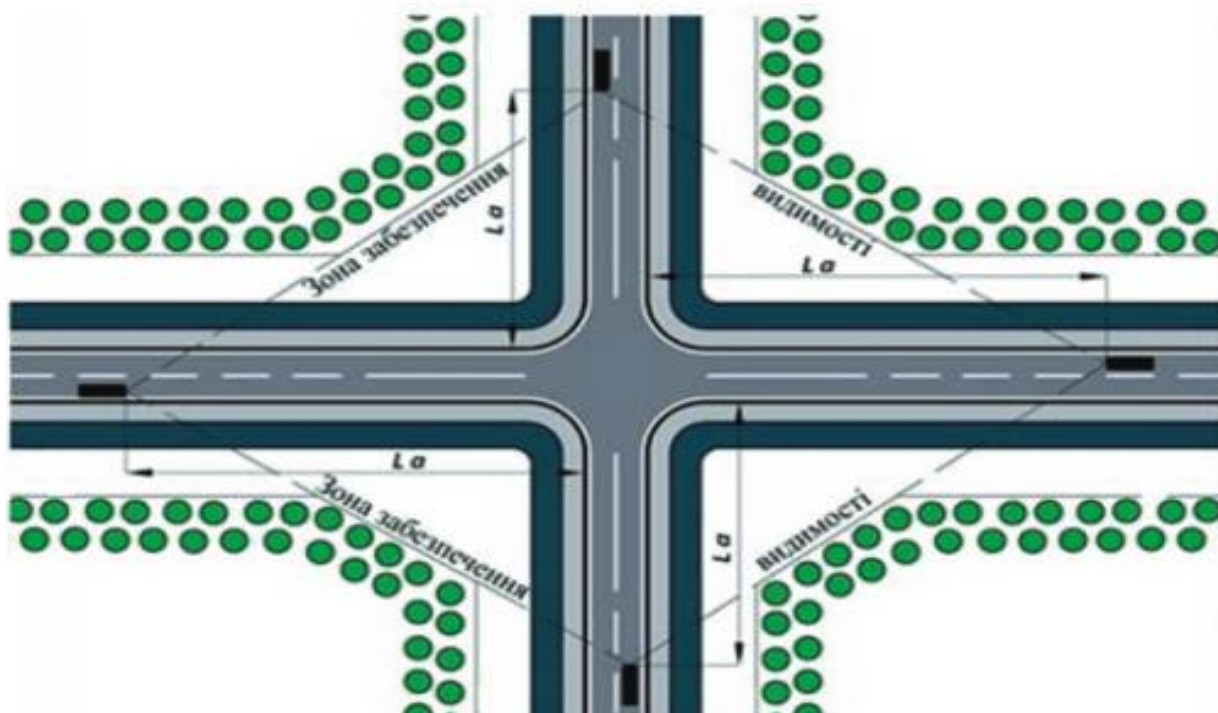


Рисунок 1.5 – Схема забезпечення видимості

Вибір класу і форми розв'язки. З урахуванням умов розташування, здійснюється на основі техніко-економічного порівняння варіантів згідно з [9], а також з урахуванням наявності у складі поворотних транспортних потоків автопоїздів та/або автобусів – потенційних розрахункових транспортних засобів. Перед вибором типу розв'язки необхідно визначитись щодо розподілу інтенсивності руху за напрямками руху. У разі необхідності на (розв'язках, де інтенсивність у пікові години може значно відрізнятись від середньодобової) проектувальник може приймати інтенсивність авт./годину.

Транспортні розв'язки проектуються як набір окремих складових: безпосередньо зона примикання (перехрещення), перехідно-швидкісні смуги, зупинки маршрутного транспорту, напрямні островці, островці безпеки, ліві віднесені повороти, пішохідні переходи, які ув'язуються між собою.

Розв'язка повинна забезпечити безпечний та комфортний рух користувачів доріг, безпечне та зручне перехрещення, розгалуження та злиття транспортних потоків, а також перестроювання транспортних засобів у транспортному потоці для виконання маневрів. Мінімальні розміри розв'язок

разом з узбіччям повинні забезпечити можливість виконання маневру на ньому спеціальним або спеціалізованим транспортом. На розв'язках має бути передбачений вільний простір від межі габариту: 0,50 м до крайки проїзної частини з боку узбіччя і 0,25 м з боку розділювальної смуги, острівця безпеки, напрямного острівця, лінії поздовжньої розмітки смуг руху. При наявності на розв'язці дорожнього огородження відстань від межі динамічного габариту до нього повинна бути не менше ніж 1,00м. Допускається на розв'язках заповнення проїзної частини другорядної дороги динамічним габаритом наступного, після наведеного в таблиці 3.1 транспортного засобу.

Напрямні острівці влаштовують з метою:

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

Ширину напрямного острівця як правило приймають 2,5 м (для можливості розміщення острівця безпеки для пішохідного переходу). У стислих умовах допускається ширину зменшувати до 1,60 м. За формою напрямні острівці можуть бути, як правило прямокутні або трикутні. Форма острівця повинна забезпечувати плавність руху транспортних засобів. Вибір форми напрямних острівців рекомендується приймати в залежності від умов їх призначення: На головній дорозі напрямні острівці потрібно влаштовувати краплеподібної форми. Для лівоповоротного руху напрямні острівці влаштовуються трикутної форми. На другорядній дорозі острівці влаштовують трикутні або багатокутні. Якщо проектна довжина острівця менша ніж 5 м, то на другорядній дорозі трикутні острівці не влаштовуються, а можуть влаштовуватись лише краплеподібні.

Організація будівництва. Відповідно до інструкцій про порядок проведення капітального ремонту автомобільної дороги місцевого значення

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		20

тривалість будівництва складає чотири місяці. Розподіл об'ємів робіт на капітальний ремонт проїзної частини проведений **відповідно до календарного плану.**

Роботи виконуються в два етапи: підготовчий і основний.

У підготовчий період передбачається:

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

У основний період передбачається:

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

Терміни виконання робіт відображаються в календарному плані.

Потреба в основних дорожньо-будівельних матеріалах і виробках, в робочій силі (загальна кошторисна трудомісткість), в основних механізмах і транспорті відображається в ресурсних відомостях, доданих до кошторисного розрахунку. Особливу увагу при виконанні будівельних робіт слід звернути на дотримання правил техніки безпеки і охорони праці відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [10]. Роботи по влаштуванню покриття проїзної частини слід вести згідно ДБН В.2.3-4-2015 ч. II [9].

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Технічна характеристика об'єкту

Ділянка автомобільної дороги державного значення Т-13-02 Контрольно-пропускний пункт «Танюшівка» – Старобільськ – Бахмут на ділянці км 93+500 – км 101+000 знаходиться в межах Кременіського району Луганської області (рисунок 2.1).

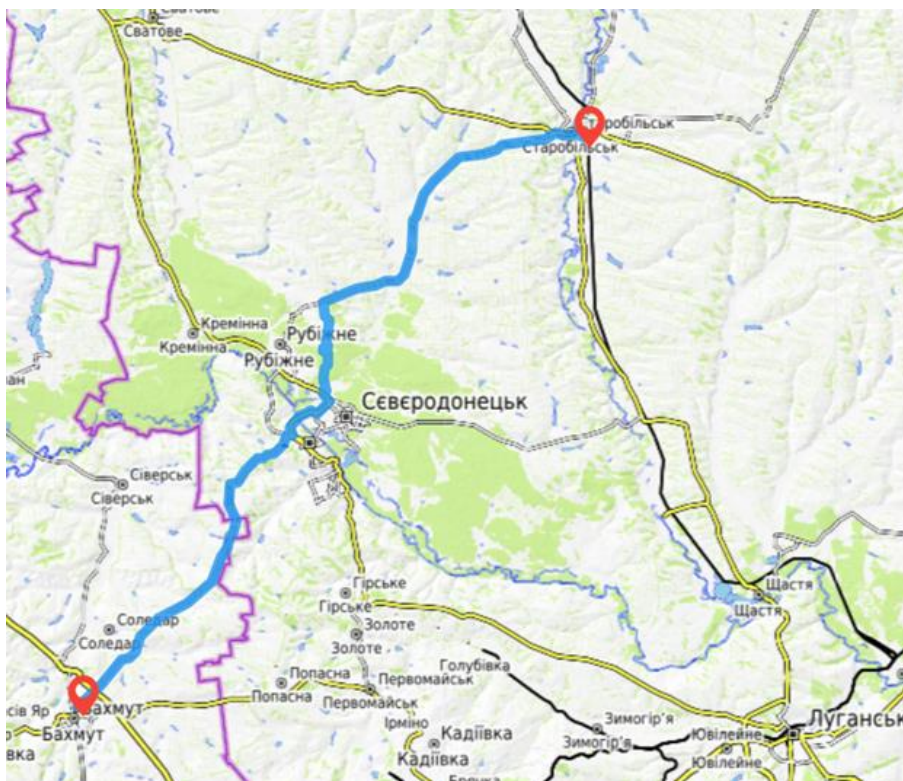


Рисунок 2.1 – Схема ділянки автомобільної дороги
КПП «Танюшівка» – Старобільськ – Бахмут

Луганська область знаходиться в зоні різнотравно-типчаково-ковилових степів. Велика частина території області розорана, лише на схилах ярів, в долинах річок і в заповідниках збереглися ділянки степової рослинності. Лісів мало (близько 7% території області). Вони розміщені вздовж річок, на схилах долин, балок і ярів. Ґрунти родючі, головним чином чорноземні, поширені також дернові ґрунти. Клімат помірно континентальний з відчутними посухами. Середня температура найтеплішого місяця червня $+21^{\circ}\text{C}$ і найхолоднішого січня -7°C . Вітри переважно східні і південно-східні. Максимальна

середньорічна кількість опадів (550 мм) випадає в найбільш піднятій частині Донецького кряжа. На більшій частині території області середньорічна кількість опадів становить 400 – 500 мм. Дощі часто випадають у вигляді короточасних злив. Зима порівняно холодна, з різкими східними і південно-східними вітрами, відлигами і ожеледицями, малосніжна.

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

Існуючий технічний стан дорожнього одягу знаходиться в критичному стані, майже на всій ділянці автомобільної дороги присутні вибоїни та напливи, не витриманий поперечний похил (рисунок 2.2). Дорожній одяг складається з наступних конструктивних шарів. Покриття – асфальтобетон товщиною 0,12 м: основа – суглинок з домішками щебню 0,20 м, пісок рихлий товщиною 0,36 м.



Рисунок 2.2 – Стан автомобільної дороги

Розрахунок інтенсивності дорожнього руху транспортних засобів на ділянці автомобільної дороги загального користування державного значення

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Т-13 – 02 КПП «Танюшівка» – Старобільськ – Бахмут на ділянці км 93+500 – км 101+100 наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок транспортних засобів

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

Основні техніко-економічні показники ділянки автомобільної дороги наведені в табл. 2.2. Техніко економічні показники – величини, які характеризують матеріально – виробничу базу, використання знарядь і предметів праці, організацію виробництва, затрати на виробництво продукції. це, внутрішньогосподарський аналіз. У процесі техніко-економічного аналізу досліджується діяльність усіх структурних підрозділів, а також будівельної бази.

На підставі [9], п. 4.1 визначено категорію дороги за технічною специфікацією. При розрахунковій інтенсивності – 3629 приведених одиниць транспорту, дорогу віднесено до II категорії.

**Таблиця 2.2 – Основні параметри й кошторисна вартість ділянки
автомобільної дороги**

Показники	Одиниця виміру	Кількість
Вид будівництва	Капітальний ремонт	
Категорія дороги	II	
Довжина	км	7,5
Кількість смуг руху	шт	2
Ширина проїзної частини	м	8,5
Ширина узбіччя	м	3,75
Ширина земляного полотна	м	16
Розрахункова швидкість руху	км/год	90
Тип дорожнього одягу		капітальний
Матеріал покриття проїзної частини		асфальтобетон
Поперечний ухил проїзної частини	‰	25
Поперечний ухил узбіччя	‰	50
Максимальний поздовжній ухил	‰	59,7
Мінімальний поздовжній похил	‰	0
Максимальний радіус кривих в плані	м	400
Тривалість будівництва	місяців	3
Кошторисна вартість в поточних цінах складає	млн грн.	166,344

Існуюча дорога покрита асфальтобетоном. Покриття знаходиться в незадовільному стані – вибоїни, напливи, викришування крайки проїзної частини, місцями зруйноване узбіччя. Дорожня розмітка – відсутня, дорожні знаки – в незадовільному стані.

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

Існуюче положення проїзної частини в поздовжньому і поперечному профілях не відповідає нормам ДБН [9].

2.2 Розрахунки обсягів будівельних матеріалів і необхідної кількості транспортних засобів для будівництва дорожнього одягу автомобільної дороги

Основною метою матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) будівництва є своєчасне безперебійне і комплексне забезпечення будівництва матеріалами, машинами, паливом, іншими предметами праці та засобами. Вихідними даними для вибору транспорту є потужність і стабільності вантажопотоків, дальність перевезень, умови вантажно-розвантажувальних робіт, можливість використання постійних шляхів, вартість перевезень.

Виконання будівельних робіт, їх ритмічність, а також завантаження будівельників залежать від своєчасної доставки на будівельні майданчики потрібної кількості матеріалів, напівфабрикатів і деталей.

Вихідними даними для вибору транспорту є: вид вантажів, які підлягають перевезенню, розміри та маса конструкцій, відстань транспортування вантажів, температура вантажів та навколишнього середовища, потужності і стабільності вантажопотоків, умови вантажно-розвантажувальних робіт, вартість перевезень.

Загальний вантажопотік на будівельному майданчику складається з перевезень всіх видів будівельних матеріалів, конструкцій, виробів і напівфабрикатів. Під час визначення вантажопотоків для вибору виду і кількості транспортних засобів ураховують перевезення найголовніших матеріалів і виробів: камінь, щебінь, гравій, пісок, цегла, блоки, цемент, залізобетонні конструкції тощо.

Автомобільний транспорт відрізняється порівняно великою швидкістю і маневреністю, а також можливістю швидко доставляти вантажі безпосередньо до місць їх використання без перевантажень. Цей вид транспорту доцільно використовувати при перевезенні вантажів до 200 км. Широке застосування автомобільний транспорт знайшов при перевезенні місцевих матеріалів на відстань 10...15 км, де він найбільш економічний.

Приймемо для перевезення вантажів автомобільний транспорт, яким

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		26

здійснюється до 80% всіх перевезень при будівництві автомобільних доріг.

Самоскиди вантажопідйомністю 10 т випускають як українські, так і зарубіжні виробники. Їх використовують для перевезення будівельних матеріалів, сипких вантажів, руди тощо: МАЗ-6501С2-584-000 (Україна), Volvo FM 400 (Швеція), Scania G 400 (Швеція), DAF XF 400 (Нідерланди)

Самоскиди вантажопідйомністю 15 т випускають як українські, так і зарубіжні виробники: МАЗ-6501С3-584-000 (Україна), Volvo FM 420 (Швеція), Scania G420 (Швеція), DAF XF 420 (Нідерланди).

Самоскиди вантажопідйомністю 20 тонн випускають як українські, так і зарубіжні виробники: МАЗ-6501С5-584-000 (Україна), Renault K 430 (Франція), Mercedes-Benz Arocs 4153K (Німеччина), Volvo FMX 440 (Швеція), IVECO Trakker 450 (Італія).

Для транспортування щебенево-піщаної суміші приймаємо МАЗ-6501С2-584-000 (Україна), вантажопідйомністю 10 тонн (рисунок 2.3), для доставки щебеню МАЗ-6501С3-584-000 (Україна), вантажопідйомністю 15 тонн (рисунок 2.4), для доставки бетону – МАЗ-6501С5-584-000 (Україна), вантажопідйомністю 20 тонн (рисунок 2.5).



Рисунок 2.3 – Автосамоскид МАЗ-6501С2, вантажопідйомність 10 тонн



Рисунок 2.4 – Автосамоскид МАЗ-6501С3, вантажопідйомність 15 тонн



Рисунок 2.5 – Автосамоскид МАЗ-6501С5, Вантажопідйомність 20 тонн

Виходячи із заданої конструкції дорожнього одягу автомобільної дороги необхідно визначити обсяги вантажних перевезень і потрібну кількість транспортних засобів для доставки будівельних матеріалів.

Мінімальна товщина конструктивних шарів дорожнього одягу визначається технологічними можливостями дорожньо-будівельних машин і

особливостями технології.

Відповідно до заданої категорії автомобільної дороги встановлюється ширина проїжджої частини (див. рис. 2.6)

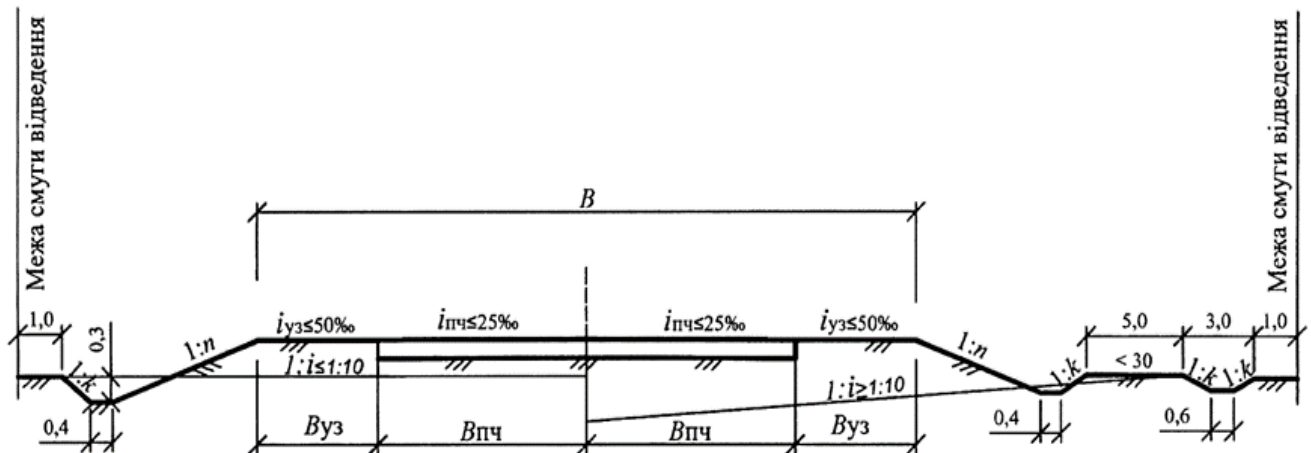


Рисунок 2.6 – Схема поперечного профілю земляного полотна у насипу висотою до 6,0 м:

B – ширина земляного полотна, $B_{уз}$ – ширина узбіччя, $B_{пч}$ – ширина проїжджої частини

$B_{пч}$ для восьми смуг дороги I-а категорії 2х15,0 м; для шести смуг руху дороги I-а, I-б категорій 2х11,25 м; для чотирьох смуг руху дороги I-а, I-б категорій 2х7,5 м; для дороги II категорії – 7,5 м; для дороги III категорії – 7,0 м; для дороги IV категорії – 6,0 м; для дороги V категорії – 4,5 м.

Об'єм будівельного матеріалу визначається для кожного шару покриття як добуток товщини шару $h_{ш}$ на ширину проїжджої частини $B_{пч}$ і на середню добову продуктивність асфальтоукладчика чи бетоноукладчика (можна прийняти $L_{укл}=500$ м дорожнього покриття).

$$Q_i = h_{ш} \cdot B_{пч} \cdot L_{укл} \quad (2.1)$$

При плануванні вантажоперевезень автотранспортом необхідно визначити обсяги перевезень і потребу в автотранспортних засобах. Якщо відомі об'єми перевезень у тонах (відповідно до формули 2.1) і середньозважена відстань транспортування необхідну кількість автотранспортних засобів для перевезення вантажів за відповідним маршрутом можна визначити згідно формули:

$$m = \frac{Q_{доб}}{P_{доб}} \quad (2.2)$$

де $\Pi_{доб}$ – добова продуктивність транспортної одиниці, що визначається за формулою:

$$\Pi_{доб} = \frac{q \cdot \gamma \cdot T_n}{\frac{L_B}{V_T \cdot \beta} + t_{в.р.}}, \quad (2.3)$$

де q – вантажопідйомність транспортної одиниці, т;

γ – коефіцієнт використання транспортної одиниці за вантажопідйомністю;

T_n – середній час роботи автомобіля на добу, год;

L_B – відстань перевезення вантажу, км;

V_m – технічна швидкість пересування автомобіля, км/год.;

β – коефіцієнт використання пробігу;

$t_{в.р.}$ – час простою транспортної одиниці при вантаженні і розвантаженні.

Кількість рейсів від постачальника до будівельного майданчика автосамоскид може зробити відповідно за формулою:

$$n_p = \frac{T_n}{T_u} \quad (2.4)$$

де T_u – час повного циклу роботи автосамоскида, хв;

$$T_u = t_z + t_{pm} + t_{роз} + t_{ро} \quad (2.5)$$

де t_z – час завантаження будівельного матеріалу в транспортні засоби, хв;

t_{pm} – час руху автосамоскиду від заводу до будівельного майданчика, хв;

$t_{роз}$ – час розвантаження з автотransпортного засобу, хв;

$t_{ро}$ – час руху автосамоскиду без вантажу від будівельного майданчика до заводу, хв.

Потрібна кількість автотransпортних засобів для перевезення всіх видів

вантажів для забезпечення добового фронту робіт визначається як:

$$N = \frac{m}{n_p} \quad (2.6)$$

Розрахунки виконуються в такій послідовності:

1. На основі заданої конструкції дорожнього одягу і відстаней до постачальників будівельних матеріалів (рис. 2.7) (асфальтобетонний чи цементобетонний завод, кар'єр щебеню, піску) приймаються необхідні вихідні дані для розрахунку обсягів вантажних перевезень.

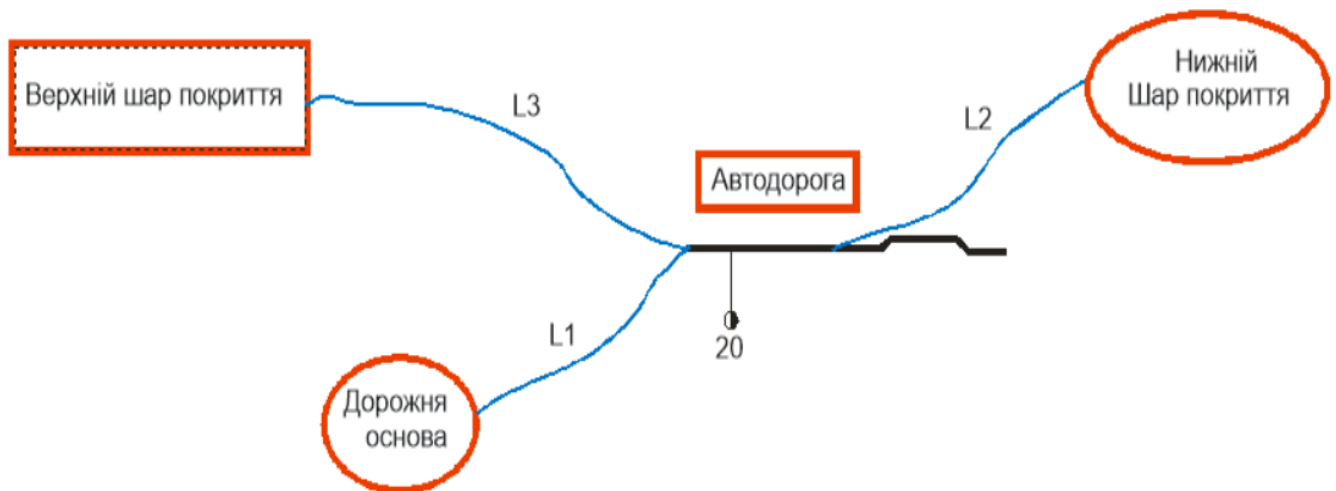


Рисунок 2.7 – Розташування постачальників будівельних матеріалів

Вихідні дані для розрахунку:

- категорія автомобільної дороги – II;
- ширина проїжджої частини $B_{пч}=7,5$ м згідно з рис. 2.6;
- тип покриття – цементобетон; товща шарів h_i згідно табл. 2.3

Таблиця 2.3 – Конструкція дорожнього одягу

Будівельний матеріал	h_i , м
Щебінь	0,30
Щебенево-піщана суміш	0,30
Важкий бетон	0,26

– відстань від постачальників матеріалів до майданчика L_i ; прийнято

відповідно до рисунку 2.7, таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Відстані від постачальників матеріалів

Будівельний матеріал	L_i , км
Щебінь	12
Щебенево-піщана суміш	8
Важкий бетон	50

– вантажопідйомність транспортного засобу q і швидкість доставки V_m ,
таблиця 2.5.

Таблиця 2.5 – Параметри транспортних засобів

Будівельний матеріал	Тип самоскида	q , тонн	V_m , км/год
Щебінь	МАЗ-6501С3	15	40
Щебенево-піщана суміш	МАЗ-6501С2	10	40
Важкий бетон	МАЗ-6501С5	20	45

2. Розрахунки обсягів матеріалів і кількості транспортних засобів

За формулою (2.1) розраховується добова потреба матеріалів в куб. м і в тонах (таблиця 2.6).

Таблиця 2.6 – Добова потреба матеріалів для будівництва дорожнього одягу

Будівельний матеріал	Q_i , м ³	Q_i , тонн
Щебінь	2475	3536
Щебенево-піщана суміш	2475	3960
Важкий бетон	2145	4290

За формулою (2.3) визначається добова продуктивність транспортної одиниці, а за формулою (2.2) – кількість транспортних засобів, табл. 2.7

Таблиця 2.7 – Добова продуктивність транспортних засобів

Показники	Щебінь	Щебенево-піщана суміш	Важкий бетон
	МАЗ-6501С3	МАЗ-6501С2	МАЗ-6501С5
Q , т	15	10	20
γ	0,9	0,8	0,9
T_n , год	6	6	6
L_i , км	12	8	50
V_m	40	40	45
β	0,75	0,75	0,75
$t_{в.р.}$, год	0,5	0,5	0,5
$P_{доб}$, т/добу	90,0	62,6	54,5
m , авто/добу	39	63	79

За формулою (2.5) визначається час повного циклу роботи автосамоскида $T_{ц}$, хв; а за формулою (2.4) - кількість рейсів від постачальника до будівельного майданчика.

2.3 Дослідження впливу різних факторів на потрібну кількість транспортних засобів для доставки матеріалів

Потрібна кількість автотransпортних засобів для перевезення всіх видів будівельних матеріалів для забезпечення добового фронту робіт визначається за формулою (2.6). Результати зводяться в табл. 2.8

Таблиця 2.8 – Розрахунок кількості транспортних засобів

Показники	Щебінь	Щебенево-піщана суміш	Важкий бетон
	МАЗ-6501С3	МАЗ-6501С2	МАЗ-6501С5
$t_{в.р.}$, год	0,5	0,5	0,5
$t_{pm} = \frac{L_m}{V_m}$, год	1,11	0,30	0,20
$t_{po} = \frac{L_o}{V_o}$	1,11	0,30	0,20
$T_{ц}$, год	2,72	1,10	0,90
$n_{рей}$	13	16	5
$N_{авто}$	6	3	12

Дослідимо, як впливають на продуктивність автотранспортного засобу вантажопідйомність і відстань перевезень. Встановлено, що залежність продуктивності автосамоскида від дальності перевезень можна представити у вигляді логарифмічної функції (рис. 2.8), а від вантажонапруженості – лінійним графіком (рис. 2.9).

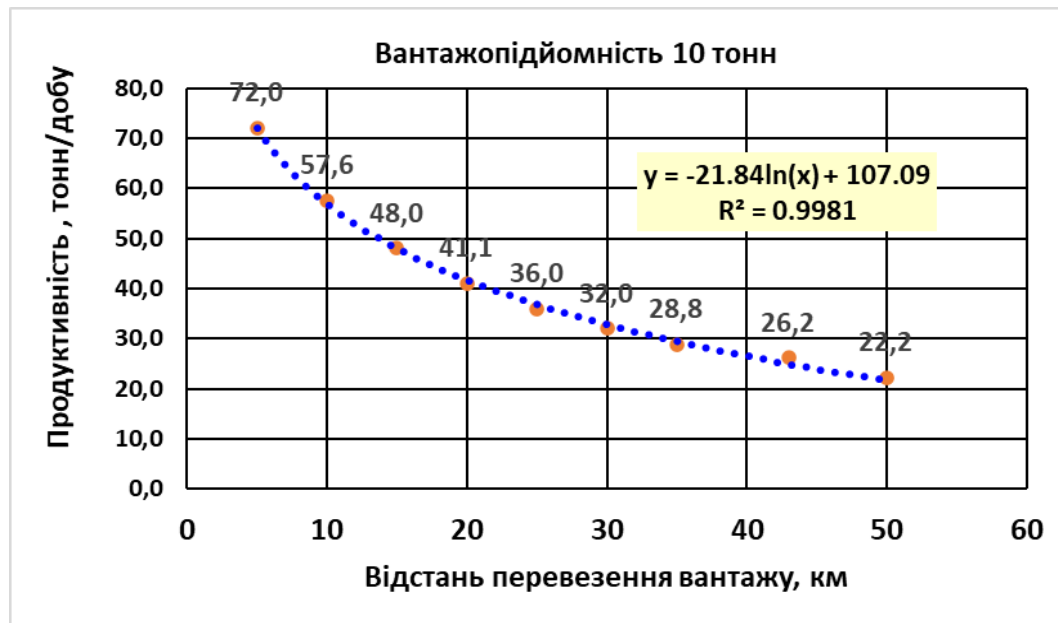


Рисунок 2.8 – Залежність продуктивності автосамоскида від дальності перевезення



Рисунок 2.9 – Залежність продуктивності автосамоскида від його вантажопідйомності

Висновки до розділу 2

Об'єм будівельного матеріалу визначається для кожного шару покриття як добуток товщини шару $h_{ш}$ на ширину проїжджої частини $B_{пч}$ і на відстань, що визначається середньою добовою продуктивністю бетоноукладчика.

На продуктивність автотранспортного засобу впливають вантажопідйомність, відстань перевезень і продуктивність ведучої машини.

Залежність продуктивності автосамоскида від дальності перевезень можна представити у вигляді логарифмічної функції, а від вантажонапруженості – лінійним графіком. Якщо продуктивність 10-ти тонного автосамоскиду при дальності транспортування 50 км – 22 тони на добу, то при відстані 10 км – 58 тонн на добу.

Для заданої схеми розташування постачальників будівельних матеріалів потрібна кількість транспортних засобів будівельних матеріалів така: для доставки щебеню – 6 машини при дальності 12 км, для бетону – 12 машин при дальності 50 км, для щебенево-піщаної суміші – 3 машини при дальності 8 км.

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка варіантів дорожнього одягу в залежності від ступеню руйнування.

Після військових дій дорожнє покриття частково було зруйновано, що внесло немалі труднощі у планування руху транспорту та збільшило ризик аварій на дорозі. Ступінь руйнування різний на різних ділянках дороги, і це залежить від багатьох факторів, таких як масштаби бойових дій, тип дорожнього покриття, стан дороги та інші.

У разі, якщо руйнування дорожнього покриття було слабким, можна провести локальне відновлення, використовуючи методи ремонту, які передбачають заповнення дефектів та тріщин асфальтобетонними матеріалами. Однак, при середньому та сильному руйнуванні дорожнього покриття може знадобитися більш глибоке втручання для відновлення доріг. Наприклад, це може включати в себе виконання капітального ремонту або повної перебудови дороги, які можуть включати:

- виконання розчищення та демонтажу пошкодженого дорожнього покриття, включаючи земляні роботи, для підготовки поверхні для нового дорожнього покриття;
- відновлення основи дороги шляхом заміни підстилаючих матеріалів та піску;
- проведення робіт з укладання нового дорожнього покриття, яке може включати в себе асфальтобетон, цементобетон або інші матеріали в залежності від умов дороги та місцевих погодних умов;
- установка нових дорожніх знаків та світлофорів, які допоможуть забезпечити безпеку руху на дорозі.

Такі роботи можуть бути витратними, але це необхідно для забезпечення безпеки та ефективності руху транспортних засобів на дорогах після військових дій.

Зважаючи на ступінь руйнування дороги, можна стверджувати, що її

відновлення потребує серйозних зусиль та матеріальних витрат. У даному випадку, згідно з галузевими будівельними нормами, можна розглянути декілька варіантів покриття дороги, залежно від ступеня її руйнування. Але, враховуючи той факт, що існуюча дорога складається з асфальтобетону, доцільним вибором для її відновлення є варіант з асфальтобетонним або на перспективу – бетонне покриття.

Основними перевагами доріг із цементобетонним покриттям є: велика міцність, мале зношування поверхні, великий строк служби без значного ремонту при невеликій вартості утримання; достатня шорсткість поверхні покриття, що дозволяє розвивати значну швидкість руху автомобілів; цементобетонні покриття не змінюють несучу здатність при різких сезонних коливаннях температури і вологості. Більш того, з часом їх міцність зростає. Коефіцієнт опору руху у цементобетонних покриттів менший ніж у покриттів інших типів, завдяки чому зменшується витрата пального і зношуваність шин.

Згідно завдання ділянка автомобільної дороги в Луганській області Старобільськ – Бахмут довжиною 7,5 км за інтенсивністю руху дорожніх транспортних засобів – 3600 вант. автом. на добу відноситься до II категорії. Під час військових дій була зруйнована і підлягає відновленню.

Відповідно до рекомендацій [6] вибір варіанту конструкції дорожнього одягу за Альбомом проводиться наступним способом:

- а) визначається категорія автомобільної дороги; категорія – II;
- б) визначається ступінь руйнування та/або пошкодження автомобільної дороги. Прийнято, що руйнування дорожнього одягу слід розглядати як сильне на всю товщину без пошкодження земляного полотна;
- в) вибирається з таблиці 4 [6] найбільш раціональний варіант конструкції дорожнього одягу з наведених альтернативних варіантів з урахуванням паспортних даних та аналізу технічної інформації.

Варіанти конструкцій дорожнього одягу надані на рисунках 3.1 – 3.3.

ВАРІАНТ 1	Ступінь руйнування					
	СЛАБКИЙ 		СЕРЕДНІЙ 		СИЛЬНИЙ 	
	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см
	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5
	Вирівнюючий шар із ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	-				
	Підґрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-	Підґрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-	Підґрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-
			АБ.Кр.Щ.А1.НП. БМПА 50/70-60	12	АБ.Кр.Щ.А1.НП. БМПА 50/70-60	12
			Підґрунтовка ЕКШ-50 – 1,20 л/м²	-	Підґрунтовка ЕКШ-50 – 1,20 л/м²	-
			ЩПС-40, укріплена цементом, марка матеріалу М20	17	ЩПС-40, укріплена цементом, марка матеріалу М20	17
			Вирівнюючий шар із ЩПС-40, укріпленої цементом, марка матеріалу М20	-	ЩПС С5	21
					Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20
					Г.Н.Т-1	-
					Ґрунт робочого шару	

Рисунок 3.1 – Варіант 1 конструкцій дорожнього одягу на автомобільних дорогах II категорії дороги в залежності від ступеня її руйнування

ВАРІАНТ 2	Ступінь руйнування					
	СЛАБКИЙ 		СЕРЕДНІЙ 		СИЛЬНИЙ 	
	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см
	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5
	Вирівнюючий шар із ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	-				
	Підґрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-	Підґрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-	Підґрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-
			АБ.Кр.Щ.А1.НП. БМПА 50/70-60	10	АБ.Кр.Щ.А1.НП. БМПА 50/70-60	10
			Підґрунтовка ЕКШ-50 – 1,20 л/м²	-	Підґрунтовка ЕКШ-50 – 1,20 л/м²	-
			МДХР.КВ.Кз.М20	18	МДХР.КВ.Кз.М20	18
			Вирівнюючий шар із МДХР.КВ.Кз.М20	-	ЩПС С5	21
					Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20
					Г.Н.Т-1	-
					Ґрунт робочого шару	

Рисунок 3.2 – Варіант 2 конструкцій дорожнього одягу на автомобільних дорогах II категорії дороги в залежності від ступеня її руйнування

Ступінь руйнування					
СЛАБКИЙ 		СЕРЕДНІЙ 		СИЛЬНИЙ 	
Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см
ЛЕМС Б-2-1	3	Цементобетон дорожній В_т4,4; В30; F200; W8	26	Цементобетон дорожній В_т4,4; В30; F200; W8	26
ВАРІАНТ 3 Ліквідація відколів та герметизація тріщин в цементобетонному покритті		Плівка поліетиленова	–	Плівка поліетиленова	–
		Цементобетон дорожній В_т1,2; В7,5; F75; W4	18	Цементобетон дорожній В_т1,2; В7,5; F75; W4	18
		Вирівнюючий шар із ЩПС С13	–	ЩПС С5	21
				Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20
				ГТ.Н.Т-1	–
				Грунт робочого шару	

Рисунок 3.3 – Варіант 3 конструкцій дорожнього одягу на автомобільних дорогах II категорії дороги в залежності від ступеня її руйнування

Позначки та скорочення на рисунках 3.1 – 3.3:

В – клас цементобетону за міцністю на стиск;

В_т – клас цементобетону за міцністю на розтяг при згині;

F – марка цементобетону за морозостійкістю;

W – марка цементобетону за водонепроникністю;

h – товщина шару;

БМП – бітуми нафтові дорожні в'язкі, модифіковані полімерами;

ЩМА – щебенево-мастиковий асфальтобетон;

ЩПС – щебенево-піщана суміш;

ЩМА-20.БМПП 50/70-65 – щебенево-мастиковий асфальтобетон з найбільшим номінальним розміром зерен заповнювача 20 мм, бітум марки

БМПП 50/70-65, згідно з ДСТУ Б В.2.7-127;

АБ.Кр.Щ.А1.НП.БМПА 50/70-60 – асфальтобетон крупнозернистий, щільний, типу А1, непереривчастого зернового складу, бітум марки

БМПА 50/70-60, згідно з ДСТУ 8959;

МДХР.КВ.Кз.М20 – матеріал дорожній, виготовлений за технологією холодного ресайклінгу з використанням комплексного в'язучого, крупнозернистий, марки М20 згідно з ДСТУ 8976;

ЩПС-40, укріплена цементом, марка матеріалу М20 – щебенево-піщана суміш з номінальним найбільшим розміром зерен 40 мм, укріплена цементом, марка матеріалу М20 згідно з ДСТУ-Н Б В.2.3-39;
 ЩПС С5 – щебенево-піщана суміш С5 згідно з ДСТУ Б В.2.7-30;
 Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід – пісок з вмістом пиловидних і глинистих часток не більше ніж 2 % та коефіцієнтом фільтрації не менше ніж 5 м/добу згідно з ДСТУ Б В.2.7-32, ДСТУ Б В.2.7-33; ДСТУ Б В.2.7-76 або ДСТУ Б В.2.7-210;

3.2 Обґрунтування рекомендованого варіанту

Порівняння варіантів проведено з урахуванням вартості основних матеріалів, тобто асфальтобетону і цементобетону згідно цін на дорожньо-будівельні матеріали за даними служб автомобільних доріг в областях за період 2015-2022 рр. База даних цін на матеріальні ресурси доступна за посиланням [11]. В кваліфікаційній роботі використані методики, що наведені в роботах [12], інноваційні матеріали та технології в дорожньому будівництві [13, 14].

Графіки зміни цін протягом останніх п'яти років на основні будівельні матеріали наведені на рисунках 3.4 – 3.9 [11]. Червоними лініями позначено лінії тренду зміни цін.

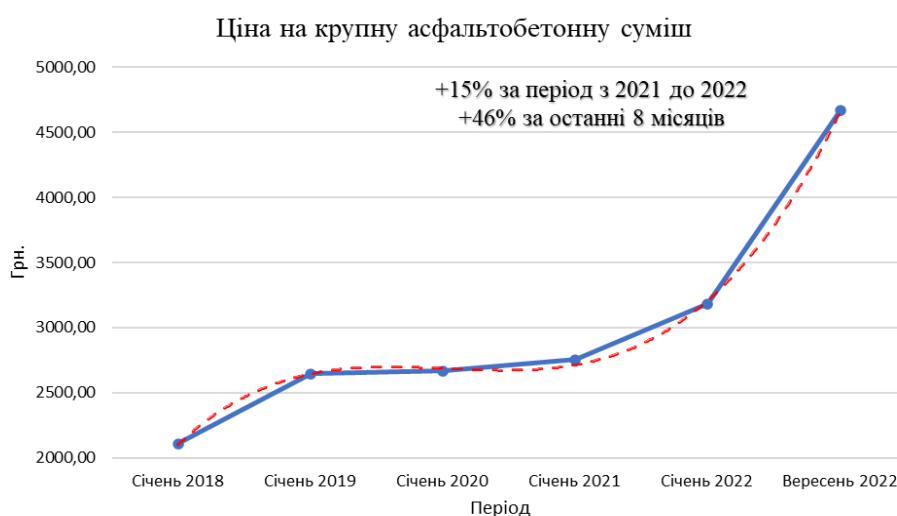


Рисунок 3.4 – Динаміка зміни цін на крупну асфальтобетонну суміш



Рисунок 3.5 – Динаміка зміни цін на дрібну асфальтобетонну суміш

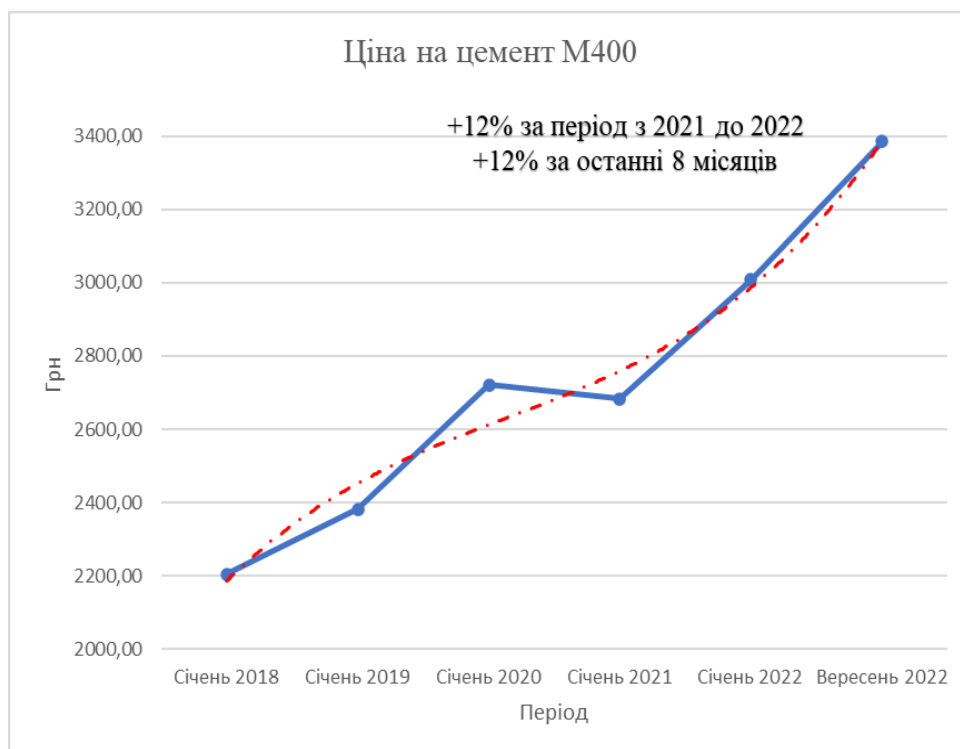


Рисунок 3.6 – Динаміка зміни цін на цемент марки М400



Рисунок 3.7 – Динаміка зміни цін на цемент марки М500

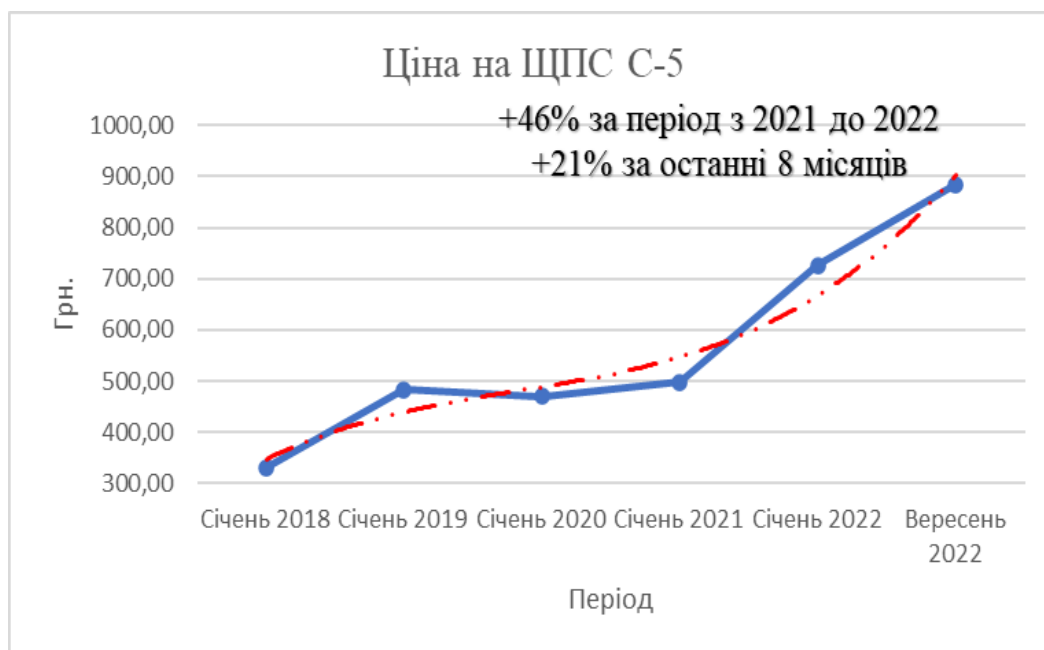


Рисунок 3.8 – Динаміка зміни цін на ІЦПС С-5

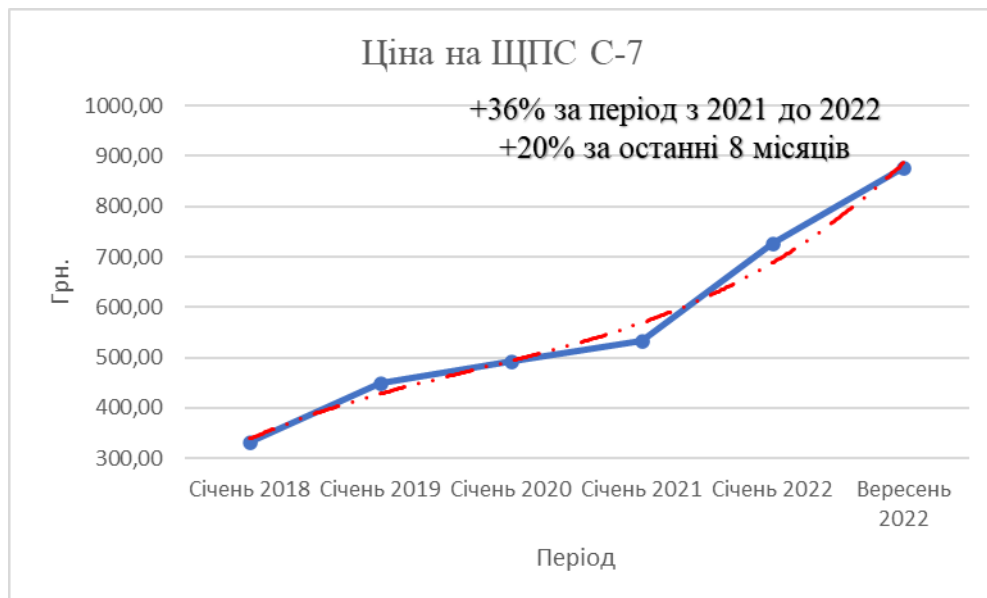


Рисунок 3.9 – Динаміка зміни цін на ЦПС С-7

Вартість по кожному з варіантів визначалася за формулою [15, 16]:

$$K = (a_1 \cdot Q_1 + a_2 \cdot Q_2 + a_3 \cdot Q_3 + a_4 \cdot Q_4) \quad (3.1)$$

де Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 – об'єм шару асфальтобетону, цементобетону та інших шарів для відповідного варіанту;

a_1, a_2, a_3, a_4 – ціна асфальтобетону, цементу та інших матеріалів згідно рис. 3.4 – 3.9.

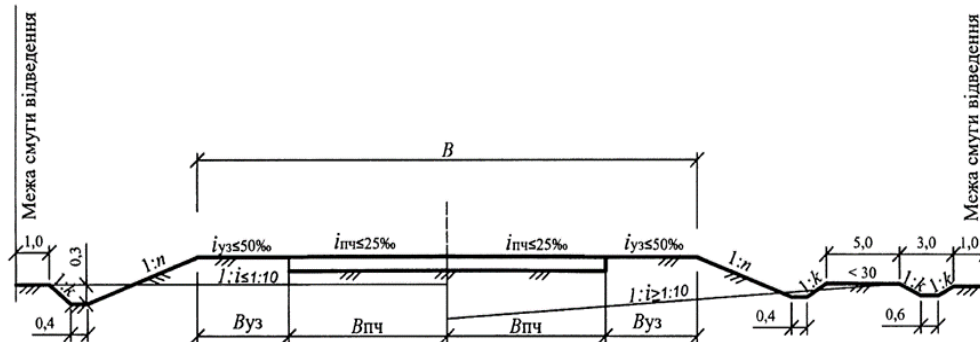
Об'єм матеріалу знаходиться як добуток ширини проїжджої частини B на товщину шару h і довжину ділянки, що підлягає відновленню:

$$Q = B \cdot (h \cdot 10^{-2}) \cdot (L \cdot 10^3) \cdot (\delta \cdot 10^{-2}) \quad (3.2),$$

де L, δ – відповідно довжина і відсоток зруйнованої автодороги.

Використовуючи вихідні дані (рисунки 3.1-3.3), ціни на цементобетонну суміш (рисунки 3.4 – 3.9) та дані щодо проїжджої частини для автодороги 2 категорії (рисунок 3.10) отримуємо:

$$B = 15,0 \text{ м}; h = 5 \text{ см}; L = 7,5 \text{ км}; \delta = 100 \%.$$



B для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 43,5 м; шести смуг руху дороги I-а категорії – 36,0 м; шести смуг руху дороги I-б категорії – 33 м; чотирьох смуг руху дороги I-а категорії – 28,5 м; чотирьох смуг руху дороги I-б категорії – 25,5 м; для дороги II категорії – 15,0 м; для дороги III категорії – 12,0 м; для дороги IV категорії – 10,0 м; для дороги V категорії – 8,0 м;
 $B_{уз}$ для: I-а, I-б, II – 3,75 м; III – 2,5 м; IV – 2,0 м; V – 1,75 м;
 $B_{пч}$ для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 2 м × 15 м; для шести смуг руху дороги I-а, I-б категорії – 2 м × 11,25 м; для чотирьох смуг руху дороги I-а, I-б категорії – 2 м × 7,5 м; для дороги II категорії – 7,5 м; для дороги III категорії – 7,0 м; для дороги IV категорії – 6,0 м; для дороги V категорії – 4,5 м.

Рисунок 3.10 – Схема поперечного профілю земляного полотна у насипу висотою до 6,0 м

Тоді за формулою (3.2) об'єм щебенево-мастикового асфальтобетону ШЦМА-20.БМПП 50/70-65 буде дорівнювати:

$$Q = 15,0 \times (5 \times 10^{-2}) \times (7,5 \times 10^3) \times (100 \times 10^{-2}) = 5625 \text{ м}^3$$

Об'єми матеріалів для інших шарів розраховуються аналогічно з урахуванням можливої зміни їхньої товщини (табл. 3.1).

Далі розраховуються вартості варіантів 1, 2 і 3 (див. рис. 3.1 – 3.3).

Вартість для першого варіанту складе:

$$K = (4600 \times 5625 + 4700 \times 13500 + 890 \times 19125 + 900 \times 23625 + 300 \times 22500) \times 10^{(-6)} = 134,36 \text{ млн грн}$$

Вартість для другого варіанту складе:

$$K = (4600 \times 5625 + 4700 \times 11250 + 4600 \times 20250 + 900 \times 23625 + 300 \times 22500) \times 10^{(-6)} = 199,91 \text{ млн грн}$$

Вартість для третього варіанту складе:

$$K = (4700 \times 29250 + 4600 \times 20250 + 900 \times 23625 + 300 \times 22500) \times 10^{(-6)} = 258,64 \text{ млн грн}$$

Розрахункові дані по варіантам 1 – 3 зведено до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахункові дані по варіантам

Варі- ант	Тип матеріалу	Товщина шару, см	Об'єм матеріалу, м ³	Вартість	
				на одиницю, грн	загальна, тис. грн
1	2	3	4	5	6
1	ЩМА-20.БМПП 50/70-65 – щебенево-мастиковий асфальтобетон з найбільшим номінальним розміром зерен заповнювача 20 мм, бітум марки БМПП 50/70-65	5	5625	4600	25875
	АБ.Кр.Щ.А1.НП.БМПА 50/70-60 – асфальтобетон крупнозернистий, щільний, типу А1, непереривчастого зернового складу, бітум марки БМПА 50/70-60	12	13500	4700	63450
	ЩПС-40, укріплена цементом, марка матеріалу М20 – щебенево-піщана суміш з номінальним найбільшим розміром зерен 40 мм, укріплена цементом, марка матеріалу М20	17	19125	890	17021
	ЩПС С5 – щебенево-піщана суміш С5	21	23625	900	21263
	Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20	22500	300	6750
	Загальна вартість по варіанту 1			134,359 млн грн	
2	ЩМА-20.БМПП 50/70-65 – щебенево-мастиковий асфальтобетон з найбільшим номінальним розміром зерен заповнювача 20 мм, бітум марки БМПП 50/70-65	5	5625	4600	25875
	АБ.Кр.Щ.А1.НП.БМПА 50/70-60 – асфальтобетон крупнозернистий, щільний, типу А1, непереривчастого зернового складу, бітум марки БМПА 50/70-60	10	13500	4700	63450
	МДХР.КВ.Кз.М20 – матеріал дорожній, виготовлений за технологією холодного ресайклінгу з використанням комплексного в'язучого, крупнозернистий, марки М20	18	20250	4600	93150
	ЩПС С5 – щебенево-піщана суміш С5	21	23625	900	21263
	Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20	22500	300	6750
	Загальна вартість по варіанту 2			199,913 млн грн	
3	Цементобетон дорожній В _{тб} 4,4; В30; F200; W8	26	29250	4700	137475
	Цементобетон дорожній В _{тб} 1,2; В7,5; F75; W4	18	20250	4600	93150
	ЩПС С5 – щебенево-піщана суміш С5	21	23625	900	21263
	Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20	22500	300	6750
	Загальна вартість по варіанту 3			258, 638 млн грн	

На основі аналізу отриманих результатів (таблиця 3.1) встановлено, що за конструкцією дорожнього одягу варіант 1 є найбільш економічним. Він дешевший відносно 2-го в 1,5 рази, відносно 3-го – в 1,9 рази (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Порівняльна вартість конструкцій дорожнього одягу

Номер варіанта	Вартість, млн грн/км	Відсоток, %
Варіант 1	17,915	100
Варіант 2	26,655	148,8
Варіант 3	34.485	192,5

Варіант 1 конструкції дорожнього одягу на автомобільних дорогах II категорії дороги в порівнянні з іншими варіантами, потребує меншої кількості матеріалу, що приводить до зменшення часу й витрат на використання техніки й робочої сили. Крім того, процес реалізації першого варіанту є менш складним і технологічно вимогливим, що буде сприяти простоті у його здійсненні і скороченні термінів відбудови.

Висновки до розділу 3

Порівняння варіантів проведено з урахуванням вартості основних матеріалів, тобто асфальтобетону і цементобетону згідно цін на дорожньо-будівельні матеріали за даними служб автомобільних доріг в областях за період 2015 – 2022 рр.

На основі аналізу отриманих результатів встановлено, що за конструкцією дорожнього одягу варіант 1 – щебенево-мастиковий асфальтобетон є найбільш економічним, так як потребує меншої кількості матеріалу, що приводить до зменшення часу й витрат на використання техніки й робочої сили.

Процес реалізації першого варіанту є менш складним і технологічно вимогливим, що буде сприяти простоті у його здійсненні і скороченні термінів відбудови зруйнованої автомобільної дороги Старобільськ – Бахмут на ділянці км 93+500 – км 101+000, яка знаходиться в межах Кременського району Луганської області.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Вимоги безпеки під час відсіпки земляного полотна під автомобільну дорогу

Вимоги безпеки, планування, організацію і виконання земляних робіт викладено в офіційному документі НПАОП 45.2-7.02-12 Охорона праці і промислова безпека у будівництві [15].



Рисунок 4.1 – Земляні роботи при будівництві автодороги

Розглянемо, які саме машини використовуються під час спорудження земляного полотна. Це скрепери, бульдозери, автогрейдери. Транспортування ґрунту здійснюється автосамоскидами.

Скрепер – самохідна землерийно–транспортна машина циклічної дії з підйомно-поворотним ковшем, призначена для черпання, переміщення і вивантаження ґрунту (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Самохідний скрепер

На відкритих і земляних роботах виконує пошаровий набір ґрунту. Коток – машина для утрамбування й ущільнення ґрунту, асфальту тощо (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Ґрунтовий коток VOLVO SD160B потужністю двигуна 123 кВт

Автосамоскід – автомобіль з перекидним кузовом, призначений для переміщення важких насипних вантажів, зокрема на кар'єрах і рудниках. Автосамоскид має високу механічну міцність і маневреність, розвантажується за допомогою перекидання кузова назад або набік (рисунок 4.4). За видом привода автосамоскиди поділяють на дизельні і дизель-електричні.



Рисунок 4.4 – Самоскид FORD TRUCKS 1833D

Самоскид FORD TRUCKS 1833D виробляється в Україні на заводі Ford Otosan в м. Черкаси. Завод Ford Otosan був заснований в 1966 році і є спільним підприємством Ford Motor Company і Koç Holding. Самоскид FORD TRUCKS 1833D – це середньотонажний самоскид, який призначений для перевезення будівельних матеріалів, сипких вантажів та інших вантажів. Самоскид має вантажопідйомність 11,7 тонн і об'єм кузова 10 куб. метрів.

Бульдозер – трактор або тягач (гусеничний або колісний), обладнаний навісним неповоротним чи поворотним робочим органом, який називають відвалом (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Бульдозер Д180 потужністю 132 кВт (180 к.с.)

Використання автогрейдерів може бути рекомендовано для доріг нижчих категорій та порівняно невеликих обсягів робіт. Вирізання ґрунту автогрейдером у резерві та поперечне переміщення його в насип здійснюють круговими проходами машин. Для зменшення втрат часу на розворот машини на кінцях робочої захватки довжина захватки повинна бути не менше 400...500 м (рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Автогрейдер ДЗ-180

З метою запобігання розмиванню, зсувам ґрунтів, обваленню стінок виїмок у місцях виконання земляних робіт до їх початку необхідно забезпечити відведення поверхневих і підземних вод.

Причиною зсуву може бути: перезволоження ґрунту дощовими опадами, танення снігів, землетруси, підмив схилів та непередбачена діяльність людини (вибухові та земляні роботи, вирубка лісу на схилах пагорбів та інше). Активізація зсувів залежить від інтенсивності постачання ґрунту підземними та поверхневими водами. Об'єм ґрунту, який зміщується під час зсуву, може становити від декількох сотень до тисяч мільйонів кубометрів, а швидкість коливається від декількох метрів на рік до декількох метрів на секунду (рис. 4.7).

Від зсуву слід очікувати руйнування, потенційно небезпечних об'єктів, інженерних та дорожніх споруд, магістральних трубопроводів та ліній

електромереж, систем життєзабезпечення, а також травмування та загибель людей. Крім того, зсуви створюють умови для перекриття рік, внаслідок чого можуть виникати катастрофічні паводки.



Рисунок 4.7 – Приклад обвалу ґрунту на автомобільній дорозі.

Під час виконання земляних робіт необхідно дотримуватись вимог безпеки та охорони праці цього документа, відповідних рішень проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР тощо), зокрема :

- визначеної безпечної крутизни незакріплених укосів котлованів і траншей з урахуванням навантаження від машин і ґрунту;
- визначеної конструкції кріплення стінок виїмок;
- визначених типів і місць встановлення огорож виїмок, перехідних містків, а також сходів для спуску працівників до місця робіт або їх евакуації; вибраних типів машин, що застосовуються для розробки ґрунту та місць їх встановлення; – додаткових заходів забезпечення стійкості укосів у зв'язку із сезонними змінами щільності ґрунтів та контролю.

Місце виконання робіт необхідно очистити від валунів і каміння, дерев, будівельного сміття, а виявлені на укосах відшарування ґрунту ліквідувати. Під

час земляних робіт необхідно вести постійний контроль стану схилів, обмежити вплив на них динамічного навантаження під час ущільнення ґрунту, забивання паль та вибухових робіт.

Земляні роботи в охоронній зоні кабелів високої напруги, діючих газопроводів та інших комунікацій необхідно виконувати за нарядом–допуском після одержання дозволу від організацій, що їх експлуатують.

Перед початком земляних робіт на ділянках з можливим патогенним зараженням ґрунту (смітники, скотомогильники, цвинтарі тощо) необхідно отримати дозвіл органу санітарного нагляду. Виконання робіт у цих умовах необхідно здійснювати під безпосереднім наглядом керівника робіт, а в охоронній зоні кабелів, що перебувають під напругою, або діючих газопроводів, крім того, під наглядом працівників організацій, що експлуатують ці комунікації.

У місцях діючих газових комунікацій у котлованах, траншеях необхідно вести постійний газовий контроль, а працюючих необхідно забезпечити засобами захисту органів дихання.

Під час виконання земляних робіт у безпосередній близькості діючих підземних комунікацій або у разі перетинання комунікацій необхідно забезпечити незмінність положення у просторі і збереження цілісності цих комунікацій. При цьому розробка ґрунту механізованим способом дозволяється на відстані не менше ніж 2,0 м від бокової стінки і не менше ніж 0,4 м над верхом труби, кабелю тощо. Застосування землерийних машин у місцях перетинання виїмок з діючими комунікаціями, не захищеними від механічних ушкоджень, дозволяється за узгодженням з організаціями – власниками комунікацій.

Ґрунт, що виймається з виїмки, необхідно укласти на такій відстані від краю виїмки, за якої не виникає небезпека обвалення стінок виїмки.

У разі виявлення в процесі виконання земляних робіт не зазначених у проектно – технологічній документації комунікацій, підземних споруд або вибухонебезпечних матеріалів земляні роботи необхідно припинити до

одержання дозволу відповідних органів.

4.2 Оцінка впливу на навколишнє середовище

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

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

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

Упродовж етапу будівництва повинен бути забезпечений план управління навколишнім середовищем, з метою зниження впливу робіт на екологію. Відповідно до Політики ЄБРР проєкт повинен включати комплект екологічної та соціальної документації щодо впливу на навколишнє природне і соціальне середовища. Комплексна оцінка впливу на навколишнє і соціальне середовище реконструкції автомобільної дороги передбачає, що окрім впливу технічних параметрів ділянки автодороги (категорія дороги, максимальна швидкісного руху, кількість смуг руху, ширина проїжджої частини кожного напрямку руху) на навколишнє середовище вказується екологічний клас автомобіля.

Екологічний клас автомобіля – це показник, який визначає рівень викидів шкідливих речовин в атмосферу від конкретного автомобіля. Він встановлюється відповідно до міжнародних норм і стандартів. В Україні екологічний клас автомобіля визначається за допомогою європейської системи класифікації, яка поділяє автомобілі на сім класів:

Євро-0: автомобілі, випущені до 1996 року, не відповідають жодним екологічним нормам.

Євро-1: автомобілі, випущені з 1996 по 2000 рік, відповідають вимогам Європейського союзу, які були введені в дію в 1996 році.

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Євро-2: автомобілі, випущені з 2000 по 2005 рік, відповідають вимогам Європейського союзу, які були введені в дію в 2000 році.

Євро-3: автомобілі, випущені з 2005 по 2009 рік, відповідають вимогам Європейського союзу, які були введені в дію в 2005 році.

Євро-4: автомобілі, випущені з 2009 по 2014 рік, відповідають вимогам Європейського союзу, які були введені в дію в 2009 році.

Євро-5: автомобілі, випущені з 2014 по 2019 рік, відповідають вимогам Європейського союзу, які були введені в дію в 2014 році.

Євро-6: автомобілі, випущені з 2019 року, відповідають найсуворішим екологічним нормам Європейського союзу, які були введені в дію в 2019 році.

Екологічний клас автомобіля встановлюється виробником на підставі результатів випробувань, які включають визначення викидів шкідливих речовин в атмосферу від автомобіля. Екологічний клас автомобіля враховується при реєстрації автомобіля в Україні. Автомобілі з класом нижче Євро-2 не можуть бути зареєстровані в Україні. Крім того, екологічний клас автомобіля враховується при введенні обмежень на рух автомобілів у деяких містах України. Наприклад, у Києві з 1 січня 2023 року заборонено в'їзд автомобілів з класом нижче Євро-4.

До найбільш важливих і чутливих параметрів навколишнього природного середовища і соціальної сфери були віднесені:

- атмосферне повітря – ступінь загазованості приземних шарів повітря від будівельних робіт і трафіку в період експлуатації;
- водне середовище – водний режим, якість донних відкладень гірла річки;
- геологічне середовище і рельєф;
- гідрогеологічні умови – стан підземних водоносних горизонтів;
- ґрунт і землі – відчуження ділянок, раніше зайнятих під озеленення;
- наземні екосистеми – фауна птахів, стан гніздових популяцій і шляхи міграції водоплавних і навколоводних птахів;

- екосистеми водного середовища – іхтіофауна і рибні ресурси;
- міське середовище – шумовий режим і його вплив на здоров'я населення житлових масивів мікрорайонів, безпосередньо прилеглих до траси автодороги.

Розглянемо деякі з перелічених параметрів.

Ґрунти. На етапі підготовчих робіт в смузі відведення під автодорогу всі наземні території будуть розчищені і плановані з повним видаленням родючого шару ґрунтів. Ґрунти будуть зніматися на глибину до 20 см і передаватися підприємствам управління садово-паркового господарства або направлятися в бурти на тимчасове зберігання. Після закінчення будівельних робіт передбачені рекультиваційні заходи, спрямовані на відновлення порушених ділянок ґрунтів (доставка і відсипання чистого сертифікованого ґрунту) і їх озеленення.

Охорона атмосферного повітря. Прогностичні оцінки негативного впливу на атмосферу виконувалися для періодів будівництва (будівельна техніка та механізми) і експлуатації автомагістралі (транспортні потоки). Розрахунки викидів забруднюючих речовин та їх розсіювання в атмосфері проведені відповідно з діючими нормативно-методичними документами. Наведені максимальні разові нормативи гранично допустимих концентрацій 22-х шкідливих речовин, які будуть надходити в атмосферу від будівельної техніки, а потім від автотранспорту при його русі по автомагістралі (рисунок 4.8).



Рисунок 4.8 – Забруднення повітря від автотранспорту

Шумовий вплив. Оцінка шуму (від будівельної техніки, а на етапі експлуатації – від транспортних потоків) на відповідність допустимим рівням виконується як по еквівалентному, так і по максимальному рівню звуку.

Перевищення одного з показників розглядалося як невідповідність допустимим нормам. Найгірший сценарій шумового впливу приурочений до буріння під пальові основи та спорудження «стіни в ґрунті». У розрахунках враховувалося накладення шуму від будівельних містечок при функціонуванні розміщеної там техніки.

Провідні джерела шуму в період будівництва автомагістралі це улаштування буронабивних паль, бетонування опор, улаштування шпунтової огорожі.

З урахуванням прогнозних даних розроблюються заходи щодо зменшення дії шуму на такі об'єкти як школа, дитячий садок, житлові будинки та ін. Щоб усунути перевищення рівнів шуму передбачено остеклення вікон із шумозахисною ізоляцією, встановлення акустичного екрану чи будівництво шумозахисної стіни (рисунок 4.9) а також перемістити на більш віддалену відстань від автодороги окремі об'єкти забудови.



Рисунок 4.9 – Стіна вздовж автомагістралі для захисту від шуму

Підсумовуючи вище викладене, можна констатувати, що в проєкті наведена загальна оцінка впливу від будівництва автомагістралі на такі компоненти довкілля як атмосферне повітря, рельєф, ґрунти і землі, умови життя населення, виконана відповідно до загальноприйнятої методології бальних

оцінок.

Відповідно до мети цієї оцінки було проведено ранжування впливів і наслідків впливів за обраними критеріями (показниками). Прогнозовані статки оцінювалися за ступенем втрати компонентами довкілля просторового (територіального) ресурсу або втрати їх в результаті здійснення проектної діяльності, а також по наявності/відсутності негативних впливів на населення.

Оцінка впливу будівництва автомагістралі на довкілля зазвичай проводиться за допомогою бальної оцінки впливу на довкілля, яка називається «екологічна оцінка впливу» (Environmental Impact Assessment, EIA).

EIA є процесом оцінки впливу будівництва автомагістралі на довкілля та здоров'я людей, який включає в себе аналіз впливу на такі компоненти довкілля, як повітря, води, ґрунти, рослинність, тваринний світ, а також на соціальне середовище та здоров'я населення.

Під час проведення EIA експерти здійснюють дослідження, вимірювання та оцінювання впливу будівництва автомагістралі на довкілля. Результатом оцінки є детальний звіт, який містить опис впливу будівництва автомагістралі на різні компоненти довкілля та запропоновані заходи для зменшення негативного впливу на довкілля та здоров'я людей.

Оцінка впливу на довкілля проводиться на основі бальної оцінки, що передбачає присвоєння балів відповідно до важливості кожного компонента довкілля. Наприклад, захист ґрунтів може мати більшу важливість, ніж захист від шуму, тому останньому буде присвоєно менше балів у загальному балансі.

Отримана бальна оцінка використовується для прийняття рішень щодо дозволу на будівництво автомагістралі та визначення необхідних заходів для зменшення негативного впливу на довкілля та здоров'я людей.

Допустима бальна оцінка, що використовується для прийняття рішень, зазвичай встановлюється відповідно до законодавчих норм та стандартів, які регулюють вплив будівництва автомагістралі на довкілля та здоров'я людей.

У різних країнах і регіонах можуть бути встановлені різні стандарти та

норми, які визначають максимально припустиму бальну оцінку впливу будівництва автомагістралі на довкілля. Наприклад, в Європейському Союзі допустима бальна оцінка визначається згідно з Директивою про оцінку впливу на довкілля (Environmental Impact Assessment Directive), а в США – згідно з Національними стандартами якості повітря (National Ambient Air Quality Standards).

Встановлення допустимої бальної оцінки дозволяє забезпечити мінімальний рівень впливу будівництва автомагістралі на довкілля та здоров'я людей, а також допомагає забезпечити збалансований розвиток господарства та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Україна має встановлені нормативні документи, які визначають максимально допустиму бальну оцінку впливу будівництва автомагістралі на довкілля. Конкретна максимальна допустима бальна оцінка може залежати від багатьох факторів, таких як розташування дороги, її протяжність, наявність населених пунктів та природно-заповідних територій вздовж дороги, а також ступінь екологічної чутливості окремих територій.

Згідно з нормативними документами України, максимальна допустима бальна оцінка впливу будівництва автомагістралі на довкілля зазвичай повинна бути не більше 3 балів за шкалою від 1 до 5. Проте, ця максимальна допустима бальна оцінка може змінюватися в залежності від конкретних умов будівництва та вимог, встановлених законодавством. Тому перед будівництвом автомагістралі важливо провести відповідні дослідження та оцінки впливу на довкілля та природні ресурси.

					051. ДА2221.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В наслідок збройної агресії Російської Федерації виникла необхідність відновлення дорожнього одягу в Харківській області на ділянці Старий Салтів – Приколотне ступінь пошкодження якої складає 50%.

В кваліфікаційній бакалаврській роботі розглянуто питання організації будівельних робіт з відновленням дорожнього одягу в залежності від ступеня руйнування автомобільної дороги.

Аналіз наукових праць за темою дипломної роботи дозволив розглянути існуючі методи відновлення дорожнього одягу, які дали більш широке розуміння важливості вчасного обстеження та вживання відповідних заходів.

Детальний аналіз параметрів і технічного стану ділянки Старий Салтів – Приколотне показав, що асфальтобетонне покриття знаходиться в незадовільному стані – вибоїни, зруйновані дорожнє покриття й узбіччя, відсутня дорожня розмітка.

З урахуванням термінів відновлювальних робіт і паспортних характеристик будівельної техніки були прийняті такі види будівельних машин: асфальтоукладальник на гусеничному ходу VÖGELE SUPER 2100, коток дорожній самохідний вібраційний комбінованої дії HAMM HD 110K, коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий HAM HD 110, коток самохідний на пневматичних шинах HAMM HD.

Враховуючи ступінь руйнування автомобільної дороги II категорії і рекомендації, що наведені в «Альбомі типових конструкцій дорожнього одягу» для відновлення автомобільних доріг загального користування та попередньої оцінки завданих збитків від їх руйнування внаслідок збройної агресії Російської Федерації, було розглянуто три можливих варіанти.

Варіанти різняться типом покриття, кількістю й товщиною шарів дорожнього одягу. На основі розрахунку об'ємів матеріалів і їхньої вартості запропоновано варіант з використанням щебенево-мастикового асфальтобетону.

					Ошибка! Неизвестное имя свойства документа.	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Перший варіант в порівнянні з іншими, потребує меншої кількості матеріалу, що приводить до зменшення використання техніки, робочої сили, та дозволяє скоротити витрати та ризики потенційних проблем з доставкою або доступністю цих ресурсів. Крім того, процес реалізації першого варіанту є менш складним щодо технології робіт, що буде сприяти його простоті у здійсненні і скороченні термінів відбудови автомобільної дороги.

					Ошибка! Неизвестное имя свойства документа.	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Технічний стан автомобільних доріг загального використання URL: // режим доступу: <https://mtu.gov.ua/content/tehnichniy-stand-avtomobilnih-dorigavtomobilnih-dorig-zagalnogo-vikoristannya.html>.
2. «Predictive models for asphalt pavement maintenance and rehabilitation» (Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements, 2018), F. Yang та ін., [Електронний ресурс] // режим доступу: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/JPEODX.0000113>.
3. Seyedabrishami, S., Nejad, F. M., & Moghadas Nejad, F. (2020). A comprehensive review of pavement maintenance treatments for different types of distresses. International Journal of Pavement Research and Technology, 13(4), 382-402.
4. «Sustainable rehabilitation of asphalt pavements using rejuvenators and recycling agents: A review» (Construction and Building Materials, 2018) автори S. Zohdy та ін., [Електронний ресурс] // режим доступу :<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061817318921>.
5. «Assessment of the Effectiveness of Pavement Maintenance Treatments» (Transportation Research Record, 2021), [Електронний ресурс] // режим доступу:<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/03611981211007846>.
6. Альбом конструкцій дорожнього одягу / Укравтодор, ДП «ДЕРЖДОРНДІ». - К., 2022. – 26 с.
7. Матеріали Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців «Сучасна наука: інновації та перспективи» 6-7 квітня 2023 р., м. Київ. – 452 с.
8. Логістика і транспортна безпека: проблеми та перспективи розвитку в контексті аналізу сучасних викликів, загроз; збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської наукової конференції, 28 жовтня 2022 р., – УДУНТ, Дніпро. – 179 с.
9. Державні будівельні норми України. Автомобільні дороги. Частина І.

					Ошибка! Неизвестное имя свойства документа.	Архив
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.3-4-2015. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 104 с.

10. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

11. Ціни на дорожньо-будівельні матеріали згідно даних служб автомобільних доріг в областях за липень 2023 року. URL: <https://prices.dorndi.org.ua/sum/>

12. Лужицький О.Ф. Відновлення дорожнього покриття залежно від ступеня руйнування автомобільної дороги / О.Ф. Лужицький, М.Б. Курган, М.А. Гусак, В.І. Улановський //Наука та прогрес транспорту, 2023, № 2 (102). doi: <https://doi.org/10.15802/stp2023/290164>

13. Солодкий С. Й., Сідун Ю. В. Інноваційні матеріали та технології в дорожньому будівництві. Частина 1. Матеріали та технології на основі органічних в'язучих. Львівська політехніка, 2021. – 232 с.

14. Солодкий С. Дорожній одяг. Навчальний посібник / С. Солодкий – Львівська політехніка., 2020 – 220 С.

15. Улановський В. І. Організація будівельних робіт з відновленням дорожнього одягу в залежності від ступеня руйнування автомобільної дороги : кваліфікаційна робота на ступінь вищої освіти бакалавр. Дніпро, 2023. 51 с.

16. Ресурсозбереження та новітні технології в дорожньому будівництві матеріалів: метод. рекомендації до виконання практичних занять / уклад.: М. Б. Курган, М. О. Гаврилов, М. А. Гусак; Н.П. Хмелевська; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2023. – 41 с.

17. ДСТУ Б В.2.3-33:2016 Автомобільні дороги. Визначення меж смуг відведення. К.: Мінрегіон України, 2016. – 31 с.

18. НПАОП 45.2-7.02-12 Система стандартів безпеки праці Охорона праці і промислова безпека у будівництві (ДБН А.3.2-2-2009) К.: Мінрегіон України, 2012. – 116 с.

					Ошибка! Неизвестное имя свойства документа.	Архив
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		61

