

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: Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги з дослідженням способів ремонту жорсткого дорожнього одягу

за освітньою програмою: Автомобільні дороги і аеродроми

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Виконав:

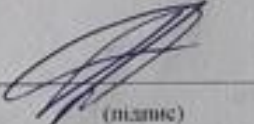
студент групи: ДА 2221


(підпис студента)

Андрій ЛАЗАРЧУК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

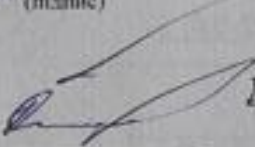
Керівник:


(підпис)

Ст. викл. Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

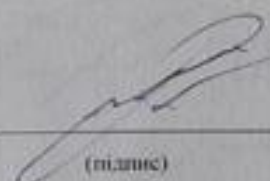
Нормоконтролер:


(підпис)

Доцент Сергій БАЙДАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультант:


(підпис)

Доцент Юрій ЗАЯЦЬ

(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: Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги з дослідженням способів ремонту жорсткого дорожнього одягу

за освітньою програмою: Автомобільні дороги і аеродроми

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Виконав:

студент групи: ДА 2221

Андрій ЛАЗАРЧУК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис студента)

Керівник:

Ст. викл. Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Нормоконтролер:

Доцент Сергій БАЙДАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант:

Доцент Юрій ЗАЯЦЬ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

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

Студент

(підпис)

Дніпро – 2024 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)

on the topic: Capital repair of the section of the road with an examination of methods
for repairing rigid road surface

according to educational curriculum: Construction and civil engineering

in the Speciality: 192 Motor roads and airfields

Done by the student

of the group: ДА2221

/ Andrii Lazarchuk /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Senior teacher Oleg Luzhitsky /

(position, name, surname)

Normative controller:

/ Associate Professor Sergiy Baidak/

(position, name, surname)

Supervisors:

/ Associate Professor Yurii Zaiats /

(position, name, surname)

Dnipro – 2024

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
Факультет: *Будівництво, архітектура та інфраструктура*
Кафедра: *Транспортна інфраструктура*
Рівень вищої освіти: *Магістр*
Освітня програма: *Автомобільні дороги і аеродроми*
Спеціальність: *Будівництво та цивільна інженерія*

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри
_____ Олексій ТЮТКІН
(підпис)
« _____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу _____ магістр
(ступінь вищої освіти)

студенту Лазарчук Андрій Вікторович

1. Тема роботи: Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги з дослідженням способів ремонту жорсткого дорожнього одягу

Керівник роботи: Лужицький Олег Федорович, старший викладач

Затверджена наказом від 01 березня 2023 р. № 196ст

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

3. Вихідні дані до роботи:

Район проектування – Миколаївська область	Категорія дороги – визначається розрахунком
Початковий пункт – м. Миколаїв	Кількість смуг руху - встановлюється
Розрахункова швидкість, км/год - 90	Перспективна інтенсивність: за розрахунком

4. Зміст пояснювальної записки:

1 Аналітична частина

Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою та нормативної документації на проектування

2 Основна частина

Розробка проекту капітального ремонту автомобільної дороги О151124 Миколаїв – Станіслав – Херсон

3 Економічна частина

Техніко-економічне порівняння варіантів ремонту жорсткого дорожнього одягу на основі розробленого проекту

4 Охорона праці

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу: План, поздовжній профіль, поперечні профілі

6. Консультанти розділів роботи:			
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
2,	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
3	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
4	Заяць Ю.Л., доц.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

ч№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.	01.11.2023	10
2	Вимоги і норми проектування плану, профілів автодоріг	15.11.2023	10
3	Проект капітального ремонту автомобільної дороги О151124 Миколаїв – Станіслав – Херсон	30.11.2023	25
4	Розробка варіантів ремонту жорсткого одягу	07.12.2023	15
5	Техніко-економічне порівняння варіантів ремонту жорсткого одягу. Обґрунтування рекомендованого варіанту	30.12.2023	20
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.01.2024	10
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	14.01.2022	10
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	25.12.2022	

Студент

(підпис)

Андрій ЛАЗАРЧУК

Керівник роботи

(підпис)

Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

с., 12 рис., 15 табл., 39 джерел.

Об'єкт дослідження – дорога загального користування місцевого значення.

Предмет дослідження – проектні параметри проєктованої автомобільної дороги.

Мета роботи – обґрунтування проектних параметрів при проєктуванні нової автомобільної дороги з урахування призначення цієї дороги.

Методи дослідження. У роботі використовувалися визначення параметрів плану, поздовжнього і поперечного профілів застосовувалися математичні розрахунки та реальні вимірювання. Для розробки заходів вивчалися існуючі методи, а потім розроблялись нові, які були більш ефективними та економічно доцільними.

Одержані результати. У магістерській роботі проведено дослідження факторів, які впливають на стан цементобетонних покриттів, а також на умови їх експлуатації. Наведено результати проєктування складів жорсткого бетону з використанням оптимального гранулометричного складу заповнювачів. Проведено спостереження за функціонування цементобетонних покриттів та аналіз зарубіжного досвіду дозволяють об'єктивно оцінити їх недоліки. Розглянуто збільшення вантажопідйомності та інтенсивності руху додаткові навантаження на дорожні покриття, що вимагає використання нових матеріалів і технологій для їх будівництва. Опрацьовано систему рекомендацій щодо вибору складу цементобетонних дорожніх матеріалів з урахуванням їх морозостійкості. Результати досліджень показали, що довговічність цементобетонних покриттів залежить від їх складу. Правильний підбір компонентів бетону підвищує його довговічність.

Ключові слова: ЖОРСТКИЙ ДОРОЖНІЙ ОДЯГ, НОРМИ ТА ПРАВИЛА РЕМОНТУ, ПОВЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ, ПОПЕРЕЧНИЙ ПРОФІЛЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Огляд наукових досліджень	9
1.2 Вимоги і норми проектування жорсткого дорожнього одягу.....	12
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	19
2.1 Характеристика об'єкту проектування.....	19
2.2 Інженерно-геодезичні вишукування.....	20
2.3 Геологічна будова та фізико-механічні властивості ґрунтів.....	25
2.4 Гідрогеологічні умови	31
2.5 Сучасні геологічні та інженерно-геологічні процеси й явища	32
2.6 Прогноз зміни інженерно-геологічних умов	32
2.7 Існуючий стан автомобільної дороги	33
2.8 Автомобільна дорога	35
2.9 План дороги.....	36
2.10 Земляне полотно	37
2.11 Повздовжній та поперечні профілі	38
2.12 Дорожній одяг	38
2.13 Існуючий дорожній одяг	39
2.14 Штучні споруди	40
2.15 Облаштування та обстановка дороги	40
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	44
3.1 Улаштування шарів дорожнього одягу із використанням сумішей цементобетонних укочуваних	44
3.2 Укочування цементобетонних сумішей	49
3.3 Оброблення поверхні шару цементобетонного покриття зі створенням шорсткості	51
3.4 Улаштування поздовжнього та поперечних швів стискання	52
3.5 Влаштування захисних шарів зносу з литих емульсійно-мінеральних сумішей	54

3.6 Влаштування поверхневих обробок	55
3.7 Порівняння варіантів ремонту цементобетонних покриттів.....	58
3.8 Висновки до розділу	67
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	69
4.1 Організація будівельних майданчиків, робочих ділянок і робочих місць	69
4.2 Земляні роботи	70
4.3 Бетонні роботи	71
4.4 Вимоги безпеки під час улаштування дорожнього покриття	73
4.5 Вимоги безпеки під час розмітки проїзної частини	76
4.6 Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт ...	78
4.7 Вимоги безпеки під час ремонту дорожнього покриття.....	79
4.8 Машини і механізми для будівництва жорсткого дорожнього одягу	82
4.9 небезпечні та шкідливі фактори які виникають на будівництві	85
4.10 Нормативно-правові акти.....	87
4.11 Аварійні ситуації.....	87
4.12 Дії працівників в аварійних ситуаціях на будівництві	89
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	92
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	95

ВСТУП

Автомобільні дороги є важливим елементом інфраструктури будь-якої країни. Вони забезпечують транспортне сполучення між населеними пунктами, підприємствами та іншими об'єктами. У процесі експлуатації автомобільних доріг виникає необхідність в їх ремонті. Капітальний ремонт є найбільш складним і затратним видом ремонту, який передбачає відновлення дорожнього полотна до початкового стану. В останні роки в Україні спостерігається зростання обсягів капітального ремонту автомобільних доріг. Це пов'язано з підвищенням інтенсивності руху, погіршенням стану дорожнього полотна та іншими факторами. Згідно з даними Державного агентства автомобільних доріг України, у 2022 році в Україні було капітально відремонтовано 4,4 тис. км автомобільних доріг державного значення. Це на 10% більше, ніж у 2021 році.

Погіршення стану дорожнього полотна може призвести до негативних наслідків, таких як:

- збільшення аварійності;
- зменшення пропускної здатності доріг;
- збільшення витрат на транспортування вантажів і пасажирів.

Тому дослідження способів ремонту жорсткого дорожнього одягу є актуальним завданням, яке має важливе значення для забезпечення безпеки дорожнього руху та підвищення ефективності експлуатації автомобільних доріг.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд наукових досліджень

В роботі Дубик О. М. [1] було проаналізовано фактори, що впливають на стан цементобетонного покриття та умови його використання. Використання полімерних розчинів і бетону при ремонті цементобетонних покриттів аеропортів. Встановлено можливість ремонту цементобетонних покриттів цементним розчином і бетоном. Проаналізовано варіанти укріплення існуючих покриттів аеропорту та будівництва нових з метою підвищення їх пропускної спроможності для безперешкодної експлуатації повітряних суден. Наведено приклад застосування технології віброрезонансного пошкодження цементобетонну при ремонті покриття аеропорту.

В роботі Кизими С. С, Лихоступ М. М. [2] було помічено систему управління станом цементобетонних покриттів, розроблену в структурі раніше створеного СУСП (Система Управління Станом Покриття), зосередившись переважно на розробці спеціального нормативно-інформаційного забезпечення моніторингу стану дорожнього одягу та на моделях оцінки рівня придатності до його використання, а також розповсюдження. Реалізація алгоритмів оптимальних технічних варіантів і методів реалізації супутніх заходів з відновлення дороги.

В роботі Нагайчук В. М., Радовського Б. С. [3] було проведено контент-аналіз світового досвіду та підходів до використання цементобетонних покриттів, вимог нормативних документів щодо проектування та будівництва твердих дорожніх одягів, а також визначення потенціалу використання цих матеріалів і технологій в українській дорожній галузі.

В роботі Нікушор Барою, Олени Феліції Безня, Данієли Гуцу, Вергілія Габріель Теодора [4] було представлено порівняльне дослідження поведінки при згині дорожніх бетонів класів BcR-4.5 і BcR-5.0 за допомогою гідравлічної двопоршневої випробувальної машини KD-KL 300/R. Розраховано міцність на згин при різних навантаженнях і порівняно з експериментальними значеннями, отриманими за допомогою методу скінченних елементів.

В роботі Балабуха Я. А., Марущак У. Д., Бідось В. М. [5] представлено результати проектування складів жорсткого бетону на основі підбору сумішей заповнювачів з оптимальним гранулометричним складом. Розроблений рулонний бетон характеризувався міцністю на стиск класу C32/40 та міцністю на розтяг при згині Bbtb5,2.

В роботі Гамеляка І. П. та Райковського В. Ф. [6] були зібрані дані з системи управління дорожнім покриттям WisDOT, існуючої будівельної документації інтерв'ю з дорожніми підрядниками для створення історичного каталогу проектів з пом'якшення наслідків та аналізу ефективності проектів.

Результати дослідження показують, що асфальтобетонні покриття SMA, побудовані на шарі подрібненого цементубетону у Вісконсині, добре себе зарекомендували і відповідали або перевищували проектні параметри щодо терміну служби.

В роботі Чжао Чжіцінь, Ма Цінна, Сюй Цянь, Сун Фен [7] було досліджено міцність цементного бетону відповідає будівельним нормам. Використання ранніх зміцнювачів може не тільки забезпечити якість доріг і мостів та довговічність конструкцій, але й підвищити швидкість ремонту доріг, як найшвидше повернути дороги і мости до нормального використання, а також зменшити затори, спричинені пошкодженням доріг і мостів. Експериментальні дослідження показали, що до бетоноволокнистих матеріалів, таких як сталеві конструкції, деревовуглець, може ефективно запобігти розтріскуванню бетону, зменшити ступінь деформації бетону, зменшити усадку бетону і здатність до проникнення, а також підвищити міцність бетону.

В роботі Паван Кумар Редді [8] за допомогою методу скінченних елементів проведено чисельні дослідження циклічного розтріскування в поверхневому шарі дорожнього одягу. За результатами чисельного дослідження процесу розвитку циклічних тріщин можна поділити на три стадії. Колігоризонтальне напруження досягає межі міцності, спочатку спостерігається дві тріщини в слабкій зоні. Наступному етапі відстань між тріщина зменшується, оскільки утворені тріщини заповнюють раніше утворені. Коли відстань між тріщинами

зменшується до певної межі при збільшенні зовнішніх навантажень, тріщини більше не утворює. Параметричні дослідження показали, що в товщина поверхневого шару має значний вплив на відстань між тріщинами, тоді як вплив товщини основного шару є незначним є межа міцності на розрив та модуль пружності.

В роботі Л.В. Левківської та С.А. Левківського [9] було досліджено, що значне збільшення вантажопідйомності сучасних транспортних засобів та зростання інтенсивності руху висуває підвищені вимоги до дорожніх покриттів і потребує нових матеріалів і технологій для влаштування дорожніх одягів та їх основ. За цих умов бажаним є збільшення обсягів дорожнього будівництва із застосуванням жорстких дорожніх одягів, які мають вищу міцність та довговічність, ніж нежорсткі покриття.

Жорсткі покриття, на відміну від нежорстких, містять розтяжний шар, твердість і міцність якого практично не залежить від температури, вологості та навантаження.

В роботі Солоненко І. [10] було досліджена розробка рекомендацій щодо раціонального підбору складу цементобетонних дорожніх матеріалів з метою підвищення їх довговічності з урахуванням стійкості до морозного руйнування.

Результати аналізів показали, що виконання вимог до довговічності цементобетонних покриттів можна досягти шляхом раціонального підбору їхнього складу. Дорожні покриття дуже чутливі до навантажень, що виникають внаслідок дорожнього руху та кліматичних умов.

В роботі Онищенко А.Н., Худолій С.Н., Чиженко Н.П. [11] було проведено спостереження за функціонуванням цементобетонних покриттів та аналізуючи зарубіжний досвід, можна об'єктивно оцінити недоліки таких покриттів. Основними недоліками є усадка, добові та річні температурні коливання, змінне замерзання і відтавання води в порах і пошкоджених ділянках при динамічному навантаженні колесами транспортних засобів та утворення тріщин внаслідок руйнування і розширення торців деформаційних швів цементобетонних покриттів. При виникненні тріщин у цементобетонному покритті порушується

цілісність і монолітність дорожньої конструкції, і вона розпадається на окремі, непов'язані між собою блоки. Кількість і довжина тріщин у покритті мало впливають на рух транспортних засобів, поки не з'являються вибоїни і просідання, що призводить до погіршення цілісності покриття, зниження безпеки дорожнього руху і виникнення аварійних ситуацій.

В роботі Онищенко А. М. та Чиженко Н. П., [12] було досліджено методи і критерії, що використовуються для оцінки довговічності цементобетонних покриттів, відрізняються один від одного, а вплив транспортних засобів і зміни температури враховуються окремо або тільки при оцінці тріщиностійкості покриттів. Більш об'єктивна оцінка довговічності дорожнього одягу за стійкістю до розтріскування може бути досягнута шляхом врахування комбінованого впливу змін температури і пневматичних шин транспортних засобів, а також усадки цементобетонну.

1.2 Вимоги і норми проектування жорсткого дорожнього одягу

Проектування жорсткого дорожнього одягу виконується згідно ДБН В 2.3-] та ГБН В.2.3-37641918-557:2016 [14].

Проектування дорожнього одягу – це комбінований процес конструювання та розрахунку.

Дорожній одяг має два граничних стани – несуча здатність і допустима деформація; дренажний шар основи, дорожній одяг та земляне полотно з точки зору морозостійкості, техніко-економічне порівняння розрахункових рівномірних варіантів конструкції вибір конструкції для будівництва.

Конструкція дорожнього одягу складається мінімальної товщини матеріалу основи, мінімальної товщини, необхідної для цементобетонних покриттів, максимальної відстані між деформаційними швами та їх конструкції.

Проектування дорожнього одягу передбачає розробку різних варіантів конструкції з подальшим визначенням товщини шару і вибором найбільш оптимального.

Метою проектування є максимізація механічних і термічних властивостей матеріалу та забезпечення довговічності, технологічності та економічної ефективності конструкції дорожнього одягу.

При проектуванні слід раціонально використовувати дорожньо-будівельні матеріали з точки зору товщини покриття, ширини проїжджої частини (включаючи посилені смуги) та довжини (з урахуванням щільності та складу руху на різних ділянках).

Підбір матеріалів для шару основи, спрямоване регулювання кількості шарів та товщини шару; врахування навантажень від будівельного транспорту в період початкового набору міцності. Підбір заходів для забезпечення морозостійкості та водовідведення дорожнього одягу, а також корозійної стійкості дорожнього одягу та шару основи.

Довговічність покриття можна збільшити, уклавши у верхній шар високоміцний цементобетон проектного класу (B40 або вище), зробивши шар цементобетонну товщиною не менше (28-30) см і збільшивши загальну товщину покриття до межі глибини промерзання.

Залежно від категорії дороги, стабільності верхнього шару земляного полотна та його здатності накопичувати пластичні та нерівномірні деформації, земляне полотно складається з низько міцного цементобетонну (Btb 1.0-Btb 1.2).

У цьому випадку піщаний шар основи повинен бути відділений від покриття тонким водонепроникним шаром, який не враховується. Товщина шару основи визначається розрахунком. Можливий варіант, при якому щебеневий шар основи армується шаром цементно-піщаного розчину, цементної пасти або суспензії, який також виконує роль вирівнюючого шару.

Також можна передбачити варіант основного шару, в якому щебінь армується цементно-піщаним розчином, цементною пастою або суспензійним шаром, який також виконує функцію вирівнюючого шару.

При будівництві фундаментів, армованих неорганічними в'язучими речовинами або низькосортним, легким бетоном, передбачаються деформаційні шви, які можуть бути сумісними або несумісними зі швами у верхньому шарі.

Сумісними вважаються шви, які або збігаються зі швами у верхньому шарі, або зміщені на відстань, що не перевищує $2h$ товщини верхнього шару. В іншому випадку шви вважаються непридатними і на них необхідно укласти тріщиностійкий шар, що складається з бітумного паперу, полімерної плівки товщиною 300 мкм або геотекстилю щільністю не менше $(300-500) \text{ г/м}^2$. При влаштуванні тріщиностійкого шару з бітумного паперу забороняється рух технічного транспорту по цьому шару і забезпечується бічна подача цементобетонної суміші. При укладанні тріщино захисного шару на основу допускається не влаштовувати деформаційні шви.

Якщо поверхня основи нерівна більше ніж на 1 см, необхідно також укласти вирівнюючий шар, щоб забезпечити можливість переміщення цементобетонної бруківки під впливом температурних змін. Вирівнюючий шар під цементобетонним покриттям може бути виконаний з піску, укріпленого в'язучим. Якщо цей шар поглинає воду з залитої цементно-бетонної суміші, його покривають гідроізоляційним шаром.

Якщо нерівності поверхні шару основи не перевищують 1 см, вирівнюючий шар не влаштовують, а влаштовують водонепроникний шар. Це запобігає зчепленню цементобетонної плити з основою, а також запобігає передчасному висиханню бетону і утворенню усадочних тріщин.

Смуги цементобетонного армування розділені боковими швами, які є продовженням швів покриття. Якщо передбачається влаштування цементобетонного покриття з шпунтовими краями, а в бокових швах бетонного покриття немає штирів, то в місцях з'єднання арматурних смугу швах покриття слід вставити один або два штирі довжиною 50 см і діаметром 16-18 мм (разом із заглушками для дорожнього одягу і деформаційних швів).

Вертикальні шви між окремо забетонованими сусідніми плитами слід розкривати шляхом вирізання камери ущільнення глибиною 40 мм і шириною (10-12) мм після того, як цементний бетон досягне міцності не менше 10 МПа. Перед бетонуванням сусідніх плит слід нанести гідроізоляційний матеріал, наприклад,

бітумну емульсію, на край попередньо змонтованої смуги плит на відстані до 50 мм від верху покриття.

Вихідні дані для проектування та розрахунку жорстких дорожніх одягів є наступними: територія проектування; категорія дороги та розрахункові навантаження; типи рельєфу за характером водності; умови стоку та гідрогеологічні режими; поздовжня геометрія дороги; характеристики земляного полотна та конструкції; загальна кількість розрахункових навантажень, що припадають на одну смугу руху за добу; наявність місцевих дорожньо-будівельних матеріалів.

Основні міркування щодо проектування дорожнього одягу: проектування дорожніх покриттів, повинно відповідати вимогам до експлуатації доріг.

Конструкція дорожнього одягу повинна передбачати широке використання місцевого каменю, вторинних продуктів і ґрунтів, які можуть бути оброблені цементом, активною золою або подрібненим шлаком для поліпшення їх властивостей.

Залежно від категорії дороги, стабільності земляного полотна та його здатності накопичувати пластичні та нерівномірні деформації, шар основи земляного полотна може бути влаштований з цементно-армованого ґрунту;

Додатковий шар основи повинен бути виконаний з дренажного матеріалу, що не здимається (пісок/пісок вулканічного походження з вмістом пилу і глинистих частинок менше 2% і коефіцієнтом фільтрації не менше 5 м/добу);

Цементобетонні покриття можуть бути одношаровими або, за наявності відповідного технічного обладнання, двошаровими з додатковим шаром, де верхній і нижній шари ущільнюються одночасно за один прохід асфальтоукладальника, а верхній шар має товщину не менше 6 см;

Укладальник має поздовжні та поперечні шви (деформаційні та компенсаційні), які розділяють покриття на плити заданої довжини та ширини. Між деформаційними та компенсаційними швами слід розміщувати бічні компресійні шви.

Для захисту від тріщин між цементобетонним покриттям і верхнім шаром основи можна використовувати поліетиленову плівку товщиною не менше мкм або геотекстиль щільністю 300-500 г/м².

Вибір конструкції дорожнього одягу ґрунтується на техніко-економічному порівнянні альтернативних варіантів з урахуванням наявності дорожньо-будівельних матеріалів, обсягу фінансування будівельних проектів, вартості ремонту та утримання доріг, а також транспортних витрат. Порівняння альтернативних варіантів повинно враховувати термін служби покриття, витрату матеріалів, трудомісткість та енергоємність будівництва.

Технологія підсилення асфальтобетонного покриття шарами цементобетону «Whitetopping»

– технологія бітумного покриття усуває поверхневі дефекти з асфальтобетонних покриттів і зміцнює існуючі нежорсткі покриття шляхом нанесення цементно-бетонного шару на покриття під час капітального ремонту.

Ця технологія рекомендується для усунення дефектних проблемних ділянок у верхніх шарах покриття на дорогах з інтенсивним рухом вантажівок (>20% вантажівок). Крім того, особливо в критичних точках у центрі міста, де інтенсивність руху змінюється (наприклад, світлофори, перехрестя, смуги руху, автобусні зупинки тощо), пошкоджене покриття можна швидко відремонтувати, уклавши тонкий дорожній матеріал замість повної заміни дорожнього одягу.

Цементобетонні покриття можуть витримувати великі навантаження, а термін їхньої служби суттєво не залежить від інтенсивності або складу транспортного потоку. Однак ці результати потребують дослідження на практиці.

Для оптимальних експлуатаційних характеристик шари асфальтобетону та цементобетону повинні бути щільно з'єднані.

Враховуючи, що в якості основи використовуються зношені асфальтобетонні шари з різними деформаціями та нерівномірною товщиною, перспективним є застосування різних типів волокон при будівництві цементобетонних покриттів.

Для забезпечення міцності конструкції обов'язковою умовою є влаштування додаткового шару або шліфування та вирівнювання на існуючому асфальтобетонному покритті.

При фрезеруванні необхідно враховувати загальну товщину асфальтобетону, щоб модуль пружності нежорсткої конструкції був якомога вищим.

Довжина температурного шва залежить від товщини цементобетонної плити.

Залежно від умов руху та стану існуючого покриття, покриття буде покрито шаром цементобетонну різної товщини:

Надтонкі покриття – 50-100 мм (там, де існуюче покриття знаходиться в хорошому стані, але вже має не великі пластичні деформації, вибоїни глибиною до 20 мм, відсутні втомні тріщини, коефіцієнт запасу міцності більше 0,9, глибина зрізу існуючого покриття становить (20-30) мм і очікується підвищене транспортне навантаження).

У методі є шар, що відокремлює існуюче бітумне покриття від нового цементно-бетонного шару. Застосовується для тонких або звичайних покриттів.

На дорогах, де очікується збільшення інтенсивності руху, а існуюче асфальтобетонне покриття не спроектоване відповідним чином або схильне до пластичних деформацій, рекомендується укласти тонкий або дуже тонкий шар за допомогою методу швів. Зовні методи для асфальтобетонних і бетонних покриттів застосовуються там, де незначні дефекти або деформації можуть бути усунені фрезеруванням без істотного зниження несучої здатності покриття. При цьому конструкція дорожнього одягу повинна мати коефіцієнт запасу міцності не менше 0,8, а покриття не повинно мати тріщин.

Метод осадження – це метод, який забезпечує розділовий шар між асфальтобетонним і цементно-бетонним шарами, коли асфальтобетонне покриття сильно деформоване або зруйноване, дозволяючи цементно-бетонному шару рухатися при зміні температури. Цей метод можна застосовувати до всіх видів дорожніх покриттів, включаючи тонкі шари покриття товщиною 15-20 см. У цьому випадку існуюче бітумобетонне покриття ремонтується або вирівнюється фрезеруванням, ямковим ремонтом або укладанням вирівнюючого

в'язучого армуючого шару, залежно від стану поверхні покриття. Загальна товщина асфальтобетонного шару повинна бути не менше 8 см перед укладанням цементобетонного шару.

При виборі методу будівництва слід оцінити стан асфальтобетонного покриття, міцність нежорсткого покриття, інтенсивність руху та склад потоку, кліматичні та ґрунтово-гідрологічні умови.

Щоб запобігти розтріскуванню армованого шару під дією транспортних навантажень, рекомендується армувати верхній шар покриття. Робочі арматурні стержні слід розміщувати неповністю під плитою, а тільки там, де зосереджені згинальні моменти, тобто по краях плити. Ширина арматурної сітки визначається кількістю робочих арматурних стержнів.



Рисунок 1.1 – Приклади жорсткого покриття

- 1 – приклад цементобетонного покриття товщиною 12 см, без штирів у швах, влаштованого за методом зрощування, де шви з кроком 1,5 м закриті силіконовим герметиком;
- 2 – приклад тонкого цементобетонного покриття товщиною 22 см, влаштованого за методом нарощування, де шви з кроком 4 м заповнені мастикою.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об'єкту проектування

За своїм значенням проєктована автомобільна дорога класифікується як дорога загального користування місцевого значення. Ділянка розташована у Вітовському районі Миколаївської області О151124 Миколаїв – Станіслав – Херсон, км 0+000-км 8+400 (рис. 2.1).

Існуюча ширина дороги – 8,0 м.

Протяжність проєктованої ділянки становить – 8539м.

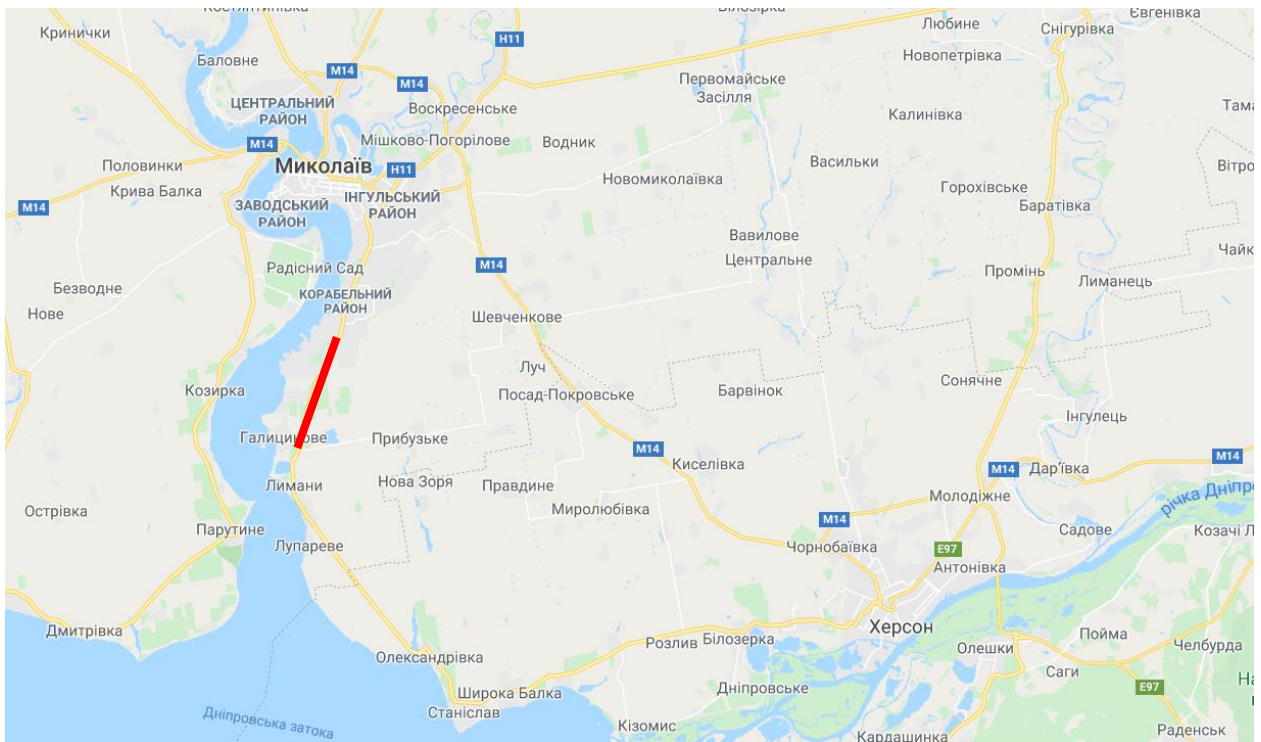


Рисунок 2.1 – Розташування ділянки

Поточна ширина дороги становить – 8,0 м.

Протяжність проєктованої ділянки становить – 8539 м.

На підставі завдання на магістерську роботу автомобільна дорога О151124 Миколаїв – Станіслав – Херсон є дорогою місцевого значення і віднесено до III технічної категорії. Розрахункова інтенсивність руху – 1822 авт/добу. За інтенсивністю руху згідно ДБН В 2.3-4:2015 Автомобільні дороги [13] дорога відповідає категорії III технічної класифікації. Розрахункова швидкість згідно [13] при встановлених параметрах становить 90км/год.

Існуючий стан покриття близьке до незадовільного стану – сітка тріщин, руйнування бордюрів. Дорожні знаки відсутні або в незадовільному стані, дорожня розмітка відсутня. Поперечний профіль дороги – двоскатний.

2.2 Інженерно-геодезичні вишукування

Фізико-географічні характеристики району інженерних вишукувань.

Об'єкт розташований у III дорожньо – кліматичній зоні за погодними факторами. Об'єкт діє до району А-5 за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття. [13]

Вони мають помірний континентальний клімат. Найспекотніший місяць року, липень, має середні температури від +23 до +21 °С і часто має «суховії». Середня температура найхолоднішого місяця січня становить від -3 до -5 °С, а зима не дуже холодна. [14]

Фізико-географічні умови

Досліджуваний регіон знаходиться в межах Причорноморсько-Приазовського краю і належить до Східноєвропейської рівнини, Степової зони та Південностепової (сухостепової) підзони, згідно з фізико-географічною картою України. З геоморфологічної точки зору, ця ділянка відноситься до Східноєвропейської полігенної рівнини, Причорноморської області пластово-аккумулятивних і пластово-денудаційних низовин, Причорноморської пластово-аккумулятивної низовини на неогенових відкладах, в межах лівого корінного схилу р. Південний Буг. На більшості території є ускладнення поверхні землі шляхом відсипання і планування ґрунтів та іншими методами. Також на цій території можуть бути старі не видимі підземні інженерні споруди. Рельєф поверхні дуже пологий з великими перепадами висот. Абсолютна висота поверхні (порівняно з устями свердловин) складає 73,5-100,9 метра.

Згідно [14], майданчик досліджень знаходиться в степовій зоні, в II (Південно-Східному) архітектурно-будівельному кліматичному районі. Клімат на цьому майданчику є помірно-континентальним зі степовою характеристикою. Літо тут жарке та посушливе, а зима – помірно м'яка з частими відлигами. Варто

відзначити, що тут спостерігаються різкі коливання температури, сильні вітри та снігові замети. Кліматичні показники II (Південно-Східного) архітектурно-будівельного кліматичного району можна знайти в таблиці 1 (згідно таблиці 1

Таблиця 2.1 – Архітектурно-будівельно кліматичний район

Температура повітря, С					Кількість опадів за рік, мм	Відносна вологість у липні,	Середня швидкість вітру у січні, м/с
середня за		Абсолютний мінімум	Абсолютний мінімум				
Січень	Липень						
Віддано	Віддано	Віддано	Віддано	Віддано	Менше 65	Віддано	

Таблиця 2.2 – Середні місячні температури повітря та середня температура за рік

Середня місячна			Температура повітря, °С									Середня за рік температура повітря, °С
			Середня добова амплітуда температура									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	10,1
- 2,6	-1,6	2,8	10,2	16,4	20,3	22,7	22	16,8	10,4	4,2	-0,4	
6,0	6,0	7,4	9,7	10,8	10,9	11,1	11,5	10,7	9,1	6,1	5,3	

Таблиця 2.3 – Напрямок вітру, його повторюваність та середня швидкість вітру протягом року

Переважаючий напрям вітру, його повторюваність, %										по місяцях	
Середня швидкість вітру, м/с											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Пн/2 0	ПнСх,1 9	ПнСх,1 8	Пд,2 2	Пд,1 9	Пд,1 8	Пн,2 6	Пн,2 5	Пн3,1 9	Пн,1 7	Сх,1 7	Пн,1 6
4,0	4,2	4,2	3,9	3,6	3,4	3,3	3,2	3,2	3,4	3,9	3,9

Таблиця 2.4 – Кліматичні характеристики відносної вологості зовнішнього повітря

Середня місячна	Відносна вологість Середня добова амплітуда відносної вологості ,%											Середня за рік відносна вологість, %
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	73
84	83	78	69	64	64	61	60	67	74	84	86	
10	14	24	33	36	37	37	38	36	30	15	10	

Обсяг снігу та час його падіння значно змінюються в залежності від характерних рис зими. Звичайно, тимчасовий сніжний покрив утворюється вже в листопаді (рідко в жовтні), а постійний – переважно на початку грудня. Проте взимку характерні часті тривалі відлиги, під час яких сніг може повністю розтанути, а потім знову випасти, що дозволяє сніговому покриву формуватися декілька разів. Стійкий сніг на землі протягом усієї зими спостерігається лише під час жорстких морозів, які відбуваються нечасто. Максимальна товщина снігу зазвичай досягається у лютому (рідше – у березні). Середнього снігового покриву зникає протягом березня, хоча це залежить від кількості опадів і середньої

температури у цей період, які можуть значно різнитися. У холодний березень сніг може повністю розтанути лише у квітні.

Завантаження вітром становить 470 Па, завантаження снігом становить Па, товщина льоду становить 22 мм, а навантаження вітром під час наявності льоду становить 260 Па.

Згідно [14], таблиці №5, у районі м. Миколаїв, кількість опадів та наявність снігового покриву за рік становлять:

Таблиця 2.5 – Кількість опадів та наявність снігового покриву за рік

Середня по місяцях	Кількість опадів, мм											Кількість опадів за рік, мм
	Наявність снігового покриву, дні											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	445
31	30	28	31	46	51	48	42	37	27	36	38	
14	12	5	-	-	-	-	-	-	-	-	6	

Кількість опадів та наявність снігового покриву за рік

Таблиця 2.6 – Кліматологічна характеристика природньої освітленості протягом року

Середня по місяцях	Сумарна/розсіяна денна горизонтальна освітленість, клк											Середньорічна сумарна/розсія на освітленість та її тривалість, клк/год
	Тривалість освітленості, год											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	X	X	XI	XI I	
97/ 68	169 / 112	292/ 175	435/ 238	600/ 288	680/ 310	675/ 290	570/ 246	430/ 188	235/ 130	10 5/7 0	70/ 55	363/ 181
10	12	13	15	17	18	17	16	1 4	12	11	10	14

Для району будівництва згідно з картою ЗСР-2004-А інтенсивність сейсмічних дій складає 5 балів у балах шкали MSK-64 відповідно до [15].

Як зазначено в таблиці 6 [15], категорія сейсмічних властивостей ґрунтів є II (друга), а швидкість поширення сейсмічних хвиль у ґрунті становить 500 м/с або 800 м/с. Нормативна сейсмічність майданчика будівництва становить 6 балів.

2.3 Геологічна будова та фізико-механічні властивості ґрунтів

Первинні відходи сучасної технологічної природи у вигляді ніжної шару асфальтобетону висотою від 0,03 до 0,12 метра класифікуються як ІГЕ-1а. 2. ІГЕ-1б включає в себе загальні відходи щебеневих ґрунтів з доданком вапнякового розчинника, що мають висоту до 0,30 метра. 3. Рівень ІГЕ-1в визначається для бетонних плит площею від 0,20 до 0,22 метра. 4. Група ІГЕ-1 складається зі складних відходів насипних ґрунтів, які складаються з міцного піщаного ґрунту з розтрісканими домішками щебню та чорнозему і можуть досягати площі до 2,38 метра.

Сучасні елювіальні відклади, що складаються з ґрунтово-рослинного шару і мають товщину 0,4 м, позначаються як ІГЕ-2а. Під ними знаходяться середньо-верхньочетвертинні еолово-делювіальні відклади, які складаються з твердого супіску лісового кольору і можуть досягати потужності до 7,4 м (позначені як ІГЕ-2). Нижче перебувають неогенові відклади, які складаються з малозверненого піску з домішками супіску. Їхній колір може варіювати від жовто-коричневого до жовто-сірого, а потужність розкриття може досягати 1,70 м (позначені як ІГЕ-3). Умови залягання і поширення кожного з цих типів ґрунтів приведені в інженерно-геологічних розрізах (ГД аркуші 3 та 4) і літологічних колонках свердловин (ТД Б). Нормативні та розрахункові значення фізико-механічних властивостей цих ґрунтів наведені в таблиці 7 .

Таблиця 2.7 – Нормативно та розрахункові значення фізико-механічних властивостей ґрунтів

Найменування показників		ІГЕ-1	ІГЕ-2	ІГЕ-3
		Насипний супісок	Супісок твердий	Пісок мілкий
Природна вологість,				
Границя пластичності, %				
Границя розкочування, %	P			
Число пластичності				
Щільність вологого ґрунту, г/см ³	ρ			
Щільність сухого ґрунту, г/см ³	ρ_d			
Щільність часток ґрунту, г/см ³	ρ_s			
Щільність водонасиченого ґрунту, г/см ³	ρ_{SAT}			
Коефіцієнт пористості				
Показник консистенції				
Ступінь вологості				
Максимальна щільність сухого ґрунту, г/см ³	$\rho_d \max$			
Коефіцієнт ущільнення				
1,0-2,0 мм				
0,5-1,0 мм				
0,25-0,5 мм				
0,1-0,25мм				
0,05-0,1 мм				
0,01-0,05 мм				
0,005-0,01 мм				
<0,005 мм				

	□1			
	□1			

	□11			
	□11			

Класифікація насипного ґрунту (ІГЕ-1) заснована на його планомірному зведенні і ущільненні. Цей ґрунт є злежаним. Ґрунти, які схожі на лісові, за

своїми природними умовами розташування, відносяться до першого типу ґрунтових умов по просіданню. Вони проявляють просадкові властивості при навантаженнях, що перевищують побутові. Товщина просадкового шару може сягати до 7,0 метрів. Початковий просадний тиск для класу ІГЕ-2 становить від 2,15 до 2,40 кг/см². Ґрунт класу ІГЕ-3 не володіє просадковими властивостями. Показники просадних властивостей різних класів ґрунтів приведені у таблиці 8.

Таблиця 2.8 – Показники просадних властивостей різних класів ґрунтів

Номер свердловини	Номер ІГЕ	Глибина відбору моноліту, м	Природний тиск, Р _б , кг/см ²	Початковий просадковий тиск (Р _{сл}), кг/см ²	Величина відносної просадки при						
					50, кПа	100, кПа	150, кПа	200, кПа	250, кПа	300, кПа	При Р _б
	2	2,0	0,36	2,15	-	-	-	-	-	-	0,001
	2	3,0	0,55		0,002	0,004	0,006	0,007	0,017	0,021	0,002
15	2	4,0	0,73	2,25	-	-	-	-	-	-	0,004
	2	5,0	0,91		0,003	0,005	0,006	0,008	0,012	0,019	0,005
	2	6,0	1,09	2,4	-	-	-	-	-	-	0,003
	2	7,0	1,27		0,001	0,003	0,005	0,006	0,011	0,016	0,004
	2	8,0	1,45		-	-	-	-	-	-	0,005
3	2	1,4	0,25	2,15	0,004	0,005	0,006	0,007	0,017	0,023	0,002
12	2	1,6	0,29	2,20	0,002	0,004	0,006	0,008	0,013	0,02	0,001
25	2	1,0	0,18	2,30	0,003	0,004	0,005	0,007	0,012	0,018	0,001
28	2	1,6	0,29	2,25	0,003	0,005	0,006	0,007	0,013	0,019	0,002
32	2	1,4	0,25	2,40	0,001	0,002	0,003	0,005	0,011	0,015	0,001
36	2	1,5	0,27	2,20	0,001	0,003	0,005	0,007	0,015	0,022	0,001

Відповідно до ДСТУ Б.А.2.2-1:2012 [16] в таблиці №7 з розподілом ґрунтів на групи залежно від труднощів їх розробки, наступні дані відносяться до різних груп:

- щебенистий ґрунт (ІГЕ-1б);
- ґрунти з номерами 41а, які відносяться до ІІ групи розробки одноковшевим екскаватором;
- насипний ґрунт (ІГЕ-1) та супісок твердий (ІГЕ-2);
- ґрунти з номерами 36-б, які відносяться до І групи розробки одноковшевим екскаватором;
- ґрунтово-рослинний шар (ІГЕ-2а);
- ґрунти з номерами 9-б, які відносяться до І групи розробки одноковшевим екскаватором;
- пісок мілкий (ІГЕ-3);
- ґрунти з номерами 29-а.

2.4 Гідрогеологічні умови

Особливості геологічної будови, геоморфологічних і кліматичних факторів впливають на різноманітність поширення та умов формування підземних вод, їх хімічний склад, живлення та розвантаження.

Гідрогеологічна область, досліджувана, знаходиться в Причорноморському артезіанському басейні.

На період вишукувань у листопаді 2019 року ґрунтові води не знайдені до глибини буріння 10,0 м.

Згідно з ДСТУ Б Д.2.2-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи [16], територія, яка досліджується, вважається невідтопленою.

2.5 Сучасні геологічні та інженерно-геологічні процеси й явища

У природному середовищі різноманітні природні та штучні фактори впливають на постійні геологічні процеси та явища. Активізацію цих процесів можуть викликати як природні фактори, так і часто необґрунтоване втручання людини в природні умови.

Враховуючи геологічну структуру, геоморфологію та гідрогеологічні умови, досліджуваний регіон є безпечним для зсувів і карстових суфункцій.

На поверхні цієї території відсутні ознаки інженерно-геологічних процесів, таких як провали та воронки.

Зважаючи на несприятливі сучасні фізико-геологічні процеси та явища, які відбуваються в описуваній території, слід звернути увагу на існування в геологічній будові лесоподібних ґрунтів, які можуть демонструвати просадні властивості під час замочування.

Під час проектування інженерних споруд на підвалистих ґрунтах, необхідно узяти до уваги комплекс захисних інженерних заходів. Ці заходи повинні включати в себе водозахисні заходи та посилення конструкцій, щоб вони могли витримати сили, які виникають під час осідання фундаменту. У межах будівлі також необхідно розглядати водозахисні заходи, які будуть запобігати або зменшувати ймовірність пропиття ґрунтів основи. Для цього, передбачається система відведення атмосферних опадів та поверхневих стоків, а також водонесучі мережі повинні мати доступ для періодичного контролю їх технічного стану.

2.6 Прогноз зміни інженерно-геологічних умов

Техногенна діяльність людини може негативно вплинути на інженерно-геологічні умови. Умови міграції вологи в зоні аерації, особливо у верхній частині розрізу, можуть змінюватися через проходження будівельних котлованів, траншей, забудову значної території, укладання асфальту або інших твердих покриттів на великих площах (зменшення активної площі фільтрації), прокладки водогінних комунікацій і витік води з них.

У процесі інженерно-геологічних вишукувань на досліджуваній ділянці необхідно включити наступні ймовірні зміни інженерно-геологічних умов у пошуковий прогноз:

При аварійних витоках води із водогону, відбувається підйом рівня підземних вод, що приводить до подальшого зволоження ґрунтів. Це зменшує їх несучу здатність та порушує нормальну експлуатацію будівель та споруд у прилеглий території. При техногенному втручанні, такому як розробка у котлованах та порушення структури, лесові супіски (ІГЕ-2) можуть втратити свої механічні властивості.

Техногенні фактори, які можуть вплинути на інженерно-геологічну ситуацію, включають розробку ґрунтів з порушенням їх структури може відбуватися шляхом некоректного вертикального планування рельєфу, що спричиняє збільшення концентрації поверхневих вод і подальшого зволоження осадових ґрунтів.

У складі нормативного прогнозу необхідно відзначити наступні заходи:

- вертикальним плануванням території організувати надійне відведення дощових і талих вод за межі ділянки;
- забезпечити водонепроникну стійку відмостку по периметру об'єктів будівництва з дотриманням необхідної її ширини та ухилу;
- забезпечити якісне ущільнення зворотних засипок пазах котлованів;
- не допускати аварійних витоків з підземних водоносних комунікацій.

2.7 Існуючий стан автомобільної дороги

На відрізках від км 0+000 до км 1+000 автодорога перетинає межі міста Миколаїв. На ділянці від км 3+300 до км 4+500 дорога проходить через межі населеного пункту Галіцинове. Від км 1+000 до км 3+300 та від км 4+500 до км 8+539 автодорога проходить по сільськогосподарських землях-ріллі і вигонам. Вдovж автодороги на протязі значної частини розташована лісосмуга. Довжина проектування становить 8,539 км, ширина земляного полотна – 12,0 м, а ширина проїзної частини – 7,0 м. Наявне покриття автодороги:

– асфальтобетонне – км 0+150 – км 3+500; км 4+820 – км 8+539.

Існуючі конструкції дорожнього одягу:

На ділянках км 0+000-км 0+150; км 3+500 – км 4+820:

– бетонна плита - 0,20 м;

– насипний ґрунт - 0,30 м.

На ділянках км 0+150 – км 3+500; км 4+820 – км 8+539:

– а

– щебенестий ґрунт - 0,20 м;

– насипний ґрунт - 0,30 м.

а Дорожній одяг на цих ділянках знаходиться в непридатному стані з присутністю тріщин в асфальті та руйнуванням узбіччя.

ь На ділянці капітального ремонту, що знаходиться на дорозі, розташовані 5 водопропускних труб залізобетонних конструкцій та 1 міст. Штучні споруди знаходяться в задовільному стані, який може бути обмежено працездатним або брацездатним. На ділянці у кілометрі ПК 33+91,40 передбачено заміну 6-метрового мосту одноочковою залізобетонною трубою діаметром 1,0 м. Проектуються також чотири примикання в місті Миколаєві, встановлено, що на даній території існує одна дорога нижчої категорії, що забезпечує доступ до різних об'єктів і районів. Зокрема, у даному районі присутні два заїзди на Балабанівське кладовище, один заїзд на комунальне підприємство, один заїзд на Глиноземний завод та один заїзд на підприємство. Також у даному районі розташовані два виїзди в поле, які, ймовірно, використовуються для сільськогосподарських робіт, а також забезпечують зручний доступ до полів навколо населеного пункту Галіцинове. Крім того, на даній території також розташовані жилі вулиці та двори, які забезпечують проживання місцевих жителів. Таким чином, одна дорога нижчої категорії, розташована на території Галіцинового, забезпечує зручний доступ до Балабанівського кладовища, комунального підприємства, Глиноземного заводу, підприємства, полів та жилих

т

я

вулиць і дворів в н.п. Галіцинове. На дорозі розташовані дві автобусні зупинки. Дорожня розмітка відсутня, а дорожні знаки перебувають у незадовільному стані.

2.8 Автомобільна дорога

Початок проектування ПК 0+00 відповідає експлуатаційному кілометру 0+00 автомобільної дороги загального користування О151124, яка проходить від Миколаєва до Станіслава – Херсона на відрізку від кілометра 0+000 до кілометра Кінець проектування ПК 85+39 відповідає експлуатаційному кілометру 85+39 автомобільної дороги загального користування О151124, яка проходить від Миколаєва до Станіслава – Херсона на відрізку від кілометра 0+000 до кілометра Довжина ремонтної ділянки становить 8539 метрів. Напрямок руху по трасі збігається з існуючим напрямком. Всі роботи, пов'язані з капітальним ремонтом ділянки, планується виконувати в межах існуючої смуги автомобільної дороги.

Встановлені параметри для проектування даної ділянки автомобільної дороги наведені в таблиці 9

Таблиця 2.9 – Параметри для проектування даної ділянки автомобільної дороги

категорія дороги	розрахункова швидкість	кількість смуг руху	ширина смуги руху	ширина проїзної частини	ширина узбіччя	укріплення смуги	ширина земляного полотна
III	90 км/год	2	3,5 м	7,00 м	2,50 м	0,50 м	12,00 м

Для забезпечення надійного водовідводу з проїзної частини та запобігання можливих розмивів узбіч та укосів на ділянках дороги з позовжнім похилом більше 30 ‰, при насипах висотою понад 2,5 м в місцях увігнутих кривих та на віражах проект передбачає влаштування прикрайкових лотків водоскидів на узбіччі та лотків по укосам.

2.9 План дороги

Проект має на меті покращити експлуатаційні показники покриття, залишаючи при цьому незмінними геометричні параметри дороги в плані та поздовжньому профілі.

У плані найменший радіус кривої становить 300 м.

Проект передбачає виконання наступних підготовчих робіт перед початком капітального ремонту дороги:

- вивіз дорожнього покриття за межі природного середовища;
- викорінення зелених насаджень на території, де проводяться будівельні роботи;
- знімання дорожніх знаків з відповідної ділянки;
- фрезерування старого асфальтобетонного покриття, який вже існує;
- демонтаж бетонного покриття за необхідності.

Для встановлення керівної відмітки по осі дороги, необхідно враховувати кілька факторів, зокрема проектні параметри поздовжнього профілю, товщину фрезерування чи демонтажу існуючого покриття, а також товщину проектного підсилення дорожнього одягу. Проектні параметри поздовжнього профілю визначаються під час розробки проекту дороги і включають у себе різні характеристики, такі як максимальна ширина дороги, нахил та радіуси поворотів, горизонтальну кривизну тощо. Враховуючи ці параметри, можна встановити керівну відмітку по осі дороги на основному протязі.

У проекті планується розташування укосів з додатковим ушільненням земляного полотна насипу і укосу земляного полотна виїмки з відношенням 1:3. Зміцнення укосів передбачається за допомогою посіву багаторічних трав на родючому ґрунті товщиною 0,15 метра. В проекті також передбачено будівництво водовідвідних каналів на визначених місцях з відповідним укріпленням.

2.11 Повздовжній та поперечні профілі

Повздовжні профілі в дорожньому проекті були створені на основі параметрів існуючої дороги, перехресть, водовідводу та розташування прилеглої території. Мінімальний радіус кривої в профілі дороги складає 4120 м для опуклих кривих і 1500 м для увігнутих кривих. Найбільший повздовжній нахил дороги становить ‰. Захист узбіччя передбачено за допомогою щебенистого ґрунту з супіщаним заповнювачем товщиною 0,40 м, а частина узбіччя біля бровки дорожнього полотна шириною 0,75 м буде засіяна багаторічними травами на родючому ґрунті товщиною 0,15 м.

Відповідно до вимог п.5.1.10 ДБН В.2.3-4:2015 [13] "Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.", на ділянках горизонтальних кривих радіусом 1400 м і менше, з поперечним похилом проїзної частини 25 ‰ та поперечним похилом узбіччя 50 ‰, передбачається влаштування віражів.

2.12 Дорожній одяг

Дорожнє покриття відповідає вимогам ГБН В.2.3-37641918-557 [19] та ДБН В.2.3-4-2015 [13]. Параметри для проектування дорожнього одягу наведено в таблиці 10.

Таблиця 2.10 – Параметри проектування дорожнього одягу

дорожньо-кліматична зона	дорожньо-кліматичний район	тип місцевості по зволоженню	міжремонтний період	навантаження
У-ІІІ	А-5	1	22 роки	115 кН

Згідно з проектними особливостями району проектування передбачається застосування одного типу конструкції дорожнього одягу, а саме: верхній шар покриття буде виконаний у вигляді монолітного цементобетону. Цей шар буде мати клас міцності на розтяг при згині b_{tb} 4,0 і буде виготовлений з цементу класу В30 з міцністю на стиснення F150. Товщина верхнього шару покриття складатиме 0,20 м. На верхній шар покриття буде застосовуватися полімерна плівка, товщиною 300 мікрометрів. Основу покриття буде складати особливий тип

штучного піщаного каменю (ЩПС) з використанням цементу М-60. Для приготування суміші відповідно до ТТР 42.1-37641918-419:2017 [20], витрата води на 1 тону суміші буде становити 2,7%. Товщина основи покриття також буде 0,20 м. Щебінь М1000-1400 буде використаний для створення закладання основи покриття за способом заклинки.

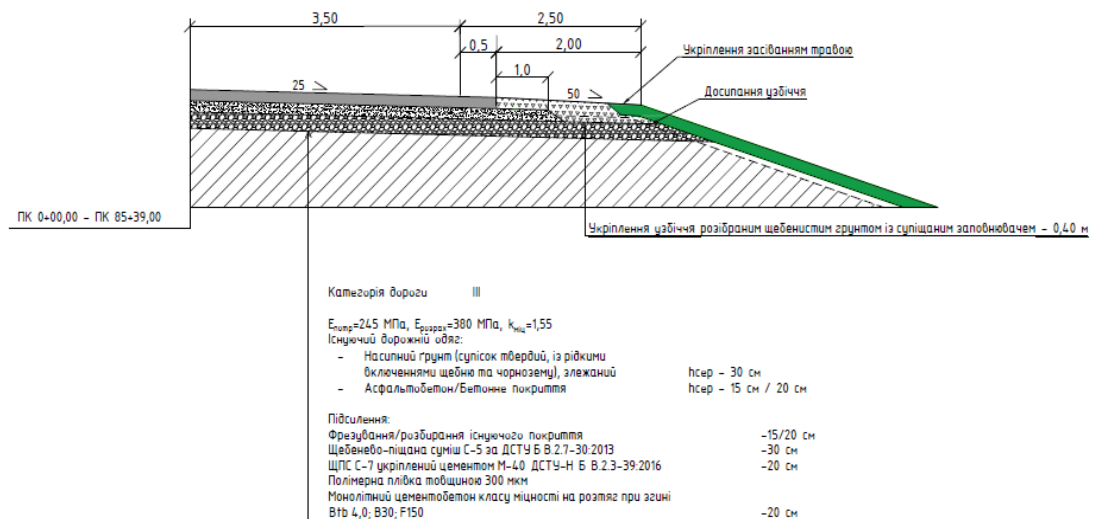


Рисунок.2.4 – Конструкція дорожнього одягу

На узбіччі влаштовано щебінь з заповнювачем, товщиною 0,40 м. Однак, частина узбіччя, розташована поблизу бровки земляного полотна із шириною 0,75 м, буде засіяна багаторічними травами. Товщина родючого ґрунту для цього шару становитиме 0,15 м. Перехресний нахил проїзної частини – 25 ‰, а перехресний нахил узбіччя – 50 ‰. На ділянках з горизонтальними кривими радіусом 1400 м і менше, згідно з вимогами п. 5.1.10 [13] запроектовано віражі.

2.13 Існуючий дорожній одяг

На ділянках км 0+000 км 0+150 та км 3+500 – км 4+820, наявність дорожнього одягу можна описати так:

- бетонні плити, висотою 0,20 м;
- На поверхні присутній насипний ґрунт, товщиною 0,30 м.

На ділянках км 0+150 – км 3+500 та км 4+820 – км 8+539 конструкція дорожнього одягу виглядає так:

- є асфальтобетонне покриття, товщиною 0,15 м;

- на поверхні присутній щебенистий ґрунт, товщиною 0,20 м;
- використовується насипний ґрунт, товщиною 0,30 м.

Дорожній одяг має суттєві проблеми, які призводять до незадовільного стану:

- є тріщини у вигляді сітки;
- присутнє руйнування узбіччя.

2.14 Штучні споруди

На відрізку, де проводиться капітальний ремонт, розташовані 5 залізобетонних водопропускних труб і один міст. Штучні споруди знаходяться в прийнятному (мають обмежену працездатність або є працездатними) стані. На відрізку дороги з номером 33+91.40 передбачається заміна мосту на одноочкову трубу з діаметром 1,0 метра. Відповідні проектні рішення щодо штучних споруд наведено в розділі містобудівної документації.

2.15 Облаштування та обстановка дороги

Пересічення та примикання

Проект передбачає створення 24 примикань.

Примикання за межами населених пунктів мають радіуси округлення 20 м. Радіуси заокруглень на примиканнях у містах 20 м і 12,0 м.

Усі примикання розташовані на дорогах з ухилами не більше 40%. Ухили по примиканню на довжині 20 метрів не перевищують 40 %.

Дорожній одяг на примиканнях побудований за типом основної дороги.

Автобусні зупинки

На етапі проектування планується побудувати або перебудувати десять автобусних зупинок:

- на правій стороні ПК 0+30 і на лівій стороні ПК 0+94,50. Об'єднується зупинка громадського транспорту, яка є нинішнім місцем. Зупинки мають заїзні кишені з відгоном 20 м на вході та 15 м на виході. На кожній зупинці виконується автопавільйон із збірних залізобетонних конструкцій. Посадкові майданчики з'єднуються довжиною 20,0 м і шириною 2,0 м, підвищуються на 0,20 м над

покриттям зупинкових майданчиків і з'єднуються із загальною мережею тротуарів шириною 2,0.

– зупинка організованої посадки-висадки громадян поряд з Балабанівським кладовищем облаштовується на ПК 14+83 (ліворуч) і на ПК 15+54 (праворуч). Зупинки мають заїзні кишені з відгонами на вході і виході, які мають довжину відповідно 20 м і 15 м. Посадкові майданчики на зупинках будуть мати довжину 20,0 м і шириною 2,0 м, вони будуть підвищені над покриттям зупинкового майданчика на 0,20 м і будуть з'єднані тротуарами шириною 2,0 м з загальною мережею тротуарів. Кожна зупинка буде мати автопавільйон, який складатиметься з збірних залізобетонних конструкцій.

– на ПК 37+79 (праворуч) і на ПК 38+19,40 (ліворуч). Створюється зупинка для посадки та висадки пасажирів в населеному пункті Галіцинове. Зупинки обладнуються в'їзними кишенями, які мають відхилення на вході та виході, відповідно 20 і 15 метрів. Пасажирські майданчики на зупинках будуть мати довжину 20,0 м та шириною 2,0 м, вони підняті над рівнем зупинкового майданчика на висоту 0,20 м і з'єднуються тротуарами шириною 2,0 м з загальною мережею тротуарів. На зупинці праворуч встановлюватиметься автопавільйон зі збірних залізобетонних конструкцій після демонтажу металевих автопавільйонів. На зупинці ліворуч залишиться існуючий кам'яний автопавільйон.

– на ПК 69+13 (ліворуч) і на ПК 70+12,60 (праворуч). На Миколаївському глиноземному заводі знаходяться зупинки, які призначені для організованої посадки та висадки працівників. Ці зупинки обладнані заїзними кишенями, які мають відступи у вході і виході розміром, відповідно, 20 і 15 метрів. На зупинках також облаштовуються посадкові майданчики, довжиною 20 метрів і шириною 2 метри, які підвищені над покриттям зупинкового майданчика на 0,20 метри. Ці майданчики з'єднуються тротуарами шириною 2 метри з загальною мережею тротуарів. Крім того, на кожній зупинці встановлюється автопавільйон, який складається з збірних залізобетонних конструкцій.

– на ПК 82+60 (ліворуч) і на ПК 83+79 (праворуч). Створюється спеціальна зупинка для координованої посадки та висадки громадян, які переміщуються в або з напрямку Прибужське і глиноземного кар'єру. Зупинки розташовані з бічними кишенями, що мають в'їзд та виїзд окремо розташованими на відстані 20 і 15 метрів відповідно. Майданчики для посадки розташовані на зупинках і мають розміри 20 метрів у довжину і 2 метри в ширину, підвищуються на 0,20 метра над рівнем покриття зупинкового майданчика. Майданчики також з'єднуються з тротуарами шириною 2 метри, які входять до загальної мережі тротуарів. Кожна зупинка обладнана автопавільйоном з використанням збірних залізобетонних конструкцій.

– всі тротуари оснащені нахилами, які дозволяють маломобільним групам населення безперешкодно користуватися ними. Зупинки мають влаштовані газони та встановлені урни, що сприяє поліпшенню їх облаштування.

Тротуари, дорожні знаки, розмітка, огороження

В рамках облаштування ділянки ПК 0+00.00 – ПК 1+42.75 передбачено влаштування тротуарів з лівої сторони, а на ділянці ПК 0+00.00 – ПК 2+02.65 передбачено влаштування тротуарів з правої сторони.

Тротуар має ширину 2 метри та покритий твердим покриттям, таким як "бруківка".

Для забезпечення безпеки дорожнього руху та орієнтування водіїв на дорозі передбачається встановлення 145 дорожніх знаків другого типорозміру зі світлоповертальною поверхнею, а також 4 індивідуальних дорожніх знаків зі світлоповертальною поверхнею. Для забезпечення безпеки також буде використано дорожнє металеве огороження бар'єрного типу зі стримувальною здатністю 280 кДж та світлоповертальними елементами загальною довжиною 595 м. Розмітка проїзної частини виконуватиметься зносостійкою нітрофарбою АК-111 світлоповертальною з використанням склокульок згідно з ДСТУ виготовлятимуться з декапірованої листової сталі, покритої світлоповертальною

плівкою. Для установки дорожніх знаків будуть використані металеві опори згідно з ДСТУ 4100:2014 [23]. Загальна кількість опор становить 16 штук.

Безпека руху та організація дорожнього руху

План проекту включає наступні заходи, спрямовані на підвищення безпеки дорожнього руху:

- досягнення параметрів проїзної частини, що відповідають встановленим нормам;
 - відновлення твердого покриття на проїзній частині;
 - встановлення бар'єрного огороження, вищого за 2 метри, у межах штучних споруд та на насипах;
 - встановлення дорожніх знаків;
 - нанесення дорожньої розмітки за допомогою холодного пластику.
- Детальна інформація про організацію дорожнього руху наведена в пояснювальній записці та робочих кресленнях, які входять до складу проекту організації дорожнього руху.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Улаштування шарів дорожнього одягу із використанням сумішей цементобетонних укочуваних

Підготовчі роботи.

Згідно проекту ДСТУ [21], до початку улаштування шару основи дорожнього одягу чи шару дорожнього покриття із ЦБСУ повинні бути виконані наступні підготовчі роботи:

– геодезичні розмічувальні роботи та операційний геодезичний контроль (далі – геодезичні роботи) відповідно до робочих креслень та згідно з ДБН В.1.3-]

, – підготовлення та перевіряння відповідності дорожньої основи проєктним та нормативним вимогам згідно з [13], складання акта прихованих робіт, а також Днищення її поверхні;

С – налагодження і підготовлення до роботи основного обладнання та Устаткування, зокрема асфальтоукладача та дорожніх котків, призначених для Улаштування ЦБСУ;

Т – планування узбіччя, улаштування технологічного розширення для апроходження комплексу машин у разі потреби забезпеченням умов для бічної подачі ЦБСУ, улаштування під'їздів для транспортування суміші до місця Дукладання та проходження іншого технологічного транспорту (за потреби);

С – улаштування прошарку на всю ширину основи дорожнього одягу для Тпереривання волосяних одиночних тріщин, з двошарової поліетиленової плівки Утовщиною не менше ніж 300 мкм або геотекстилю щільністю (300-500) г/м² згідно з ГБН В.2.3-37641918-544 [28];

Н – встановлення копірних струн з обох сторін проєктного шару ЖДО для роботи асфальтоукладача в автоматичному режимі забезпечення рівності;

Б – встановлення дорожніх знаків та тимчасової огорожі відповідно до схеми організування дорожнього руху згідно з ДСТУ 7168 [29] та ДСТУ 8749 [30].

В

На етапі підготовчих робіт на пробній ділянці виконують пробне укладання ЦБСУ згідно з ДБН В.2.3-4 [13].

Розвантаження та розподілення сумішей цементобетонних укочуваних

Операції з приготування, транспортування та укладання повинні бути скоординовані таким чином, щоб забезпечити безперервне укладання ЦБСУ протягом всього періоду збереження її властивостей у часі.

Перед початком укладання ЦБСУ комплексу машин та устаткування необхідно підготуватися до виконання робіт та розмістити їх відносно поздовжньої осі смуги бетонування вихідне положення. Для досягнення висотного рівня та курсу руху асфальтоукладача допускається використовувати лазерну систему контролю.

Максимально міцні ЦБСУ для шару основи дорожнього одягу виробляють на ЦБЗ та доставляють до будівельного майданчика, щоб вони мали міцність на розтяг за згином не менше, ніж f_{f2} , і міцність на стиск не менше, ніж C8/10. Або для дорожнього покриття, ЦБСУ мають міцність на розтяг за згином не менше, ніж f_{f4} , і міцність на стиск не менше, ніж C30/37.

Технологічну захватку установлюють на відстані від 300 м до 400 м, але не довше 500 м.

Після транспортування на місце укладання, максимально центральну змішувальну станцію управління бетону (ЦБСУ) розвантажують з автомобіля-самоскида, не зупиняючи його, і розподіляють в приймальний бункер асфальтоукладача. Бункер розміщений таким чином, щоб можливо було забезпечити розподіл асфальту на ширину, яку він здатний охопити за одну прогонку.

Для досягнення максимального розподілення ЦБСУ, необхідно забезпечити товщину покриття, яка враховує запас на попереднє ущільнення трамбуємим брусом асфальтоукладача. При цьому важливо зберегти однорідність покриття на ширину, яка менше проєктної на (0,20-0,15) м. Крім того, необхідно забезпечити дотримання вказаного допуску протягом ділянки довжиною (10-15) м. Після досягнення цієї ділянки, товщину покриття необхідно зменшити до (3-5) см.

Укладання сумішей цементобетонних укочуваних

Перед установкою ЖДО шару на будівельному майданчику, його ширину і товщину встановлюють, встановлюючи копірні струни з обох боків укладання ЦБСУ.

Необхідно підготувати та виправити дорожні машини та механізми до виконання робіт на смузі бетонування, встановивши їх у вихідне положення відносно поздовжньої осі.

Для укладання шару ЦБСУ застосовують одну з двох схем:

– у

к асфальтоукладачами з послідовним ущільненням суміжних шарів;

л – укладають ЦБСУ одним асфальтоукладачем короткими захватками з переїздом на суміжну смугу укладання.

д Якщо асфальтоукладачі рухаються один за одним під час укладання ЦБСУ, то перший асфальтоукладач працює від копірної струни, а напрямок для наступного асфальтоукладача визначається внутрішньою крайкою першого улаштованого шару. Однак рекомендується використовувати асфальтоукладачі з повністю автоматизованою системою, яка забезпечує рівномірність шару та контроль всіх інших параметрів. У випадках, коли використання бетоноукладачів неможливе (на складнодоступних або зі складними контурами ділянках), дозволяється використовувати маломеханізовані засоби, які забезпечують попереднє ущільнення ЦБСУ під час укладання, з відповідним коригуванням технологічних параметрів ущільнення.

Шар ЦБСУ підвищено ущільнюється під час процесу укладання за допомогою асфальтоукладача, який має спарений трамбувальний брус.

При визначенні моделі асфальтоукладача необхідно брати до уваги наявність достатньо великої ємності бункера, щоб накопичувати необхідну кількість ЦБСУ і забезпечувати неперервний процес укладання шару.

Асфальтоукладач ЦБСУ, який насичений матеріалом, пропихається шнеками до розподільної системи. Під час руху вперед, асфальтоукладач забирає непотрібний матеріал та залишає за собою попередньо ущільнений шар

потрібної товщини. Поверхня шару, яку вже ущільнив трамбувальний брус, вирівнюється вигладжувальною плитою асфальтоукладача.

ЦБСУ з переривчастим гранулометричним складом, що включають надмірну кількість піску, більш схильні до сегрегації при однаковій частоті віброущільнення. Тому, для таких ЦБСУ приймають меншу частоту віброущільнення, ніж для ЦБСУ з непереривчастим гранулометричним складом.

Щоб забезпечити високу якість улаштованого шару ЖДО, асфальтоукладач повинен працювати безперервно з постійною швидкістю. Кількість проходів асфальтоукладача повинна відповідати ширині шару ЖДО.

На виробничому складі використовують ЦБСУ для пробного укладання з метою налаштування робочих органів асфальтоукладача та механізмів.

Уся товщина шару понад 160 мм, включно до 200 мм, повинна мати запас на ущільнення від 20 мм до 40 мм, залежно від консистенції суміші. При досягненні проєктної товщини шару після ущільнення, додавання додаткової товщини забороняється. Якщо потрібно улаштувати більшу товщину шару, суміш укладається другим шаром після закінчення ущільнення першого шару, для забезпечення однорідної щільності по всій товщині. Рекомендується зрошувати поверхню попереднього ущільненого шару перед укладанням наступного шару. Довжина укладання ЦБСУ не повинна перевищувати (50-100) м при температурі повітря (20-30) °C або (100-150) м при температурі (10-20) °C. Часовий інтервал між укладанням шарів не повинен перевищувати (30-45) хв.

Ділянка, яку слід улаштувати протягом зміни, повинна мати ширину, рівну повній ширині смуги руху, але не менше ніж 15 метрів.

Укладання ЦБСУ має проводитись горизонтальними шарами без переривів, у напрямку, вказаному в проєкті. Під час укладання слід враховувати початок зміни легкоукладальності ЦБСУ відповідно до марки матеріалу, як вказано в проєкті, і встановленої залежно від методу укладання, який обирається.

Під час укладання ЦБСУ максимальне ущільнення здійснюється за допомогою вібраційної плити та трамбуючого бруса асфальтоукладача. Кількість ударів під час вібрування повинна бути в межах 60-80 ударів за хвилину. Оскільки

шар ЦБСУ має малу товщину, тривалість вібрації повинна бути мінімальною – не більше 40 секунд. Надмірна вібрація може призвести до розшарування ЦБСУ та осідання крупного заповнювача.

Для створення додаткового допуску ЦБСУ при улаштуванні односхилого ЦП та віражів з вищого боку, необхідно налаштувати робочі органи асфальтоукладача.

Для отримання однорідної та рівної смуги ЦБУ в приймальний бункер асфальтоукладача ЦБСУ необхідно подавати суміш повільно та рівномірно. Якщо завантаження бункера відбувається затримкою, асфальтоукладач зупиняється, залишаючи частину суміші в бункері до підходу наступного автомобіля-самоскида. Після проходу укладальника проводиться перевірка товщини шару, поперечного похилу та рівності поверхні. Щоб запобігти сегрегації ЦБСУ під час укладання, заборонено повністю випорожнювати бункер асфальтоукладача до наступного завантаження, необхідно підтримувати рівень суміші таким, щоб розподільчий шнек був повністю занурений у суміш, а зволоження стінок бункера асфальтоукладача не допускається. Під час укладання ЦБСУ для дорожнього покриття можна використовувати перевантажувач, який забезпечує відсутність механічного контакту асфальтоукладача з автосамоскидом і примусове перемішування суміші перед подачею в асфальтоукладач з метою уникнення сегрегації матеріалу.

Під час укладання ЦБСУ і після того, як асфальтоукладач пройшов, проводиться перевірка товщини шару, поперечного похилу, рівності поверхні та якості крайки уложеного шару. Якщо потрібно, то додатково налаштовують робочі органи асфальтоукладача.

У випадку, коли асфальтоукладач вимушено зупиняється, необхідно утримувати двигуни включеними, оскільки вимкнення їх може спричинити появу дефектів на поверхні укладеного шару, які важко виправити після тривалої зупинки. Якщо з'явилися дефекти під час зупинки, їх треба виправити якомога швидше.

На поверхні свіжопокладеного шару із ЦБСУ не повинно бути раковин і нерівностей, і вони виправляються вручну.

Для влаштування дорожнього покриття, необхідно відокремлювати максимально укладений шар основи дорожнього одягу із ЦБСУ шляхом використання прошарку з двошарової полімерної плівки товщиною не менше 300 мкм або геотекстилю щільністю в діапазоні від 300 до 500 г/м², відповідно до вимог ГБН В.2.3-37641918-544. [28]

Для захисту укладеного шару від атмосферних опадів використовують спеціальну рулонну полімерну плівку, яка наноситься на поверхню за допомогою машини для нанесення плівкоутворюючих матеріалів.

3.2 Укочування цементобетонних сумішей

З урахуванням того, що асфальтоукладач виконує попереднє ущільнення шару, безпосереднє ущільнення виконується без використання легких котків з гладкими вальцями.

Укочування ЦБСУ здійснюють за такої орієнтовної послідовності:

- ущільнення з використанням дорожніх самохідних вібраційних гладковальцевих котків масою (8-10) т орієнтовно за 6 проходів;
- ущільнення з використанням дорожніх самохідних котків на пневмоколісному ходу масою (14-20) т орієнтовно за 8 проходів;
- остаточне ущільнення з використанням дорожніх самохідних вібраційних гладковальцевих котків масою (14-20) т орієнтовно за 4 проходи.

Для ущільнення ЦБСУ можуть бути застосовані інші режими:

- ущільнення без застосування вібраційного режиму роботи котка, з підвищенням кількості проходів в статичному режимі (один прохід дорівнює проходу котка у прямому та реверсному напрямку);
- ущільнення без застосування пневмоколісних котків; належну структуру поверхні шару може бути забезпечено шляхом застосування вібраційних котків з гумовими вальцями.

Улаштовуючи попереднє ущільнення передбаченого улаштування поздовжнього стику, виконують на відстані приблизно 0,6 м від краю шару укладеної суміші. Після укладання суміжного шару цементобетону СБУ одночасно ущільнюють обидві краї суміжних шарів на їх з'єднанні.

Для досягнення необхідної середньої густини ущільненого матеріалу в області з'єднання, може знадобитися збільшена кількість проходів котків.

За допомогою відбору проб з виробничого шару визначається найбільша кількість проходів, яку може здійснити кожен кіт по одному сліду. У такому випадку зразки з ЦБУ повинні відповідати проєктним вимогам і мати такі ж властивості, як зразки, виготовлені в лабораторних умовах.

Котки повинні рухатись по шару улаштованої суміші який ущільнюється, від країв смуги до середини, і кожен слід від попереднього проходу котка повинен перекриватись за наступного проходу не менше ніж на 1/3.

Під час стиснення шару із ЦБСУ необхідно уважно контролювати відстань між вальцями котків та крайкою, що виходить до осі дороги, так щоб вона не зближувалась ближче, ніж на 10 см. Важливо зауважити, що це правило не стосується з'єднань смуг. Коли стане необхідним ущільнити другу смугу, перші проходи повинні виконуватись вздовж раніше укладеної смуги.

Котком заборонено зупинятися на ділянці смуги з незавершеним ущільненням. Після завершення ущільнення, коток виводять з ділянки смуги за допомогою поперечної крайки, при цьому зберігається округлий скат, який вилучається перед розташуванням наступного шару.

У випадку, якщо час початку укладання суміжного шару після ущільнення першої смуги перевищує близько 45 хвилин, застосовуються вертикальні «холодні шви». Обмеження часового розриву встановлюються з урахуванням погодних умов. Перед укладанням суміжного шару ретельно очищують вертикальну поверхню попереднього шару, забезпечуючи міцну і рівну стінку. Якщо стінка шва є нерівною або слабкою, знімають крайку на відстань, яка не може бути меншою за 0,15 метра (рекомендовано знімати слабку/нерівну крайку не раніше ніж через 2 години після ущільнення). Відхил вертикальної стінки шва

від прямого кута не повинен перевищувати ± 15 градусів. Вертикальну стінку шва тримають у зволоженому стані до моменту укладання суміжного шару.

Якщо в процесі ущільнення ЦБСУ виявлено такі дефекти, як формування плівки цементного розчину, відшаровування, поверхня з пилюватістю, локальні горизонтальні зсуви, неможливість досягнення необхідної середньої густини, це свідчить про неправильний вибір складу ЦБСУ. Ці недоліки повинні бути виявлені на ділянці пробного ущільнення і виправлені шляхом корекції складу ЦБСУ.

3.3 Оброблення поверхні шару цементобетонного покриття зі створенням шорсткості

Після перевірки якості ущільнення котками, починають догляд за свіжоукладеним шаром ЦБУ. Цей догляд повинен розпочинатися протягом 30 хвилин після завершення укладання шару. Тривалість догляду залежить від температурно-вологісних умов і швидкості набору міцності. Період активного догляду за ЦБУ може тривати від 7 до 14 днів.

На початковому етапі активного догляду за поверхнею дорожнього покриття або основного шару наносять водорозчинні матеріали, що утворюють плівку, відповідно до їх призначення. Кількість матеріалів обирається таким чином, щоб вони надійно захищали від випаровування вологи протягом перших трьох днів. Додатковий захист від випаровування може забезпечуватися за допомогою покривних матеріалів, таких як зволожена тканина або водопаронепроникна плівка, або шляхом періодичного повітряного зрошування.

На вітряну погоду, коли є тепло, рекомендується зволоження поверхні шару ЦБУ водним туманом перед нанесенням матеріалів для догляду. Догляд за свіжоукладеним шаром ЦБУ можна виконувати, наносячи на його поверхню бітумну емульсію (відповідно до ДСТУ Б В.2.7-129 [31]) або швидкорозпадну бітумну емульсію (відповідно до ДСТУ en 13808 [32]) у кількості від 0,6 л/м² до 1,2 л/м². Спеціальні матеріали для догляду відповідного призначення мають мати декларацію постачальника про відповідність (згідно з ДСТУ iso/iec 17050-1 [33]).

Після завершення даного періоду можна проводити подальший догляд за шаром БУ, використовуючи вологу тканину або періодично поливаючи його поверхню водою.

Зайнятість з утримання дорожнього одягу шаром основи триває до моменту, коли він повністю покритий шаром дорожнього покриття з ЦБСУ або захисним шаром від зносу, або протягом (7-14) днів після завершення процесу ущільнення.

Заборонено накладання піску або супіску з поливанням водою на свіжоукладений шар ЦБУ згідно з покриттям ДСТУ XXXX:202X3 [34]. Особливості догляду за свіжоукладеним шаром ЦБУ полягають у застосуванні плівкоутворювальних матеріалів або зволоженої тканини згідно з тими ж самими матеріалами, викладеними у зазначеній специфікації.

Бічні грані укладеного шару основи дорожнього одягу або шару дорожнього покриття із ЦБСУ також підлягають максимальному догляду. За орієнтовно 7 днів після укладання ЦБУ і після досягнення 85% від проектної міцності, можна відкривати рух транспортних засобів по поверхні дорожнього покриття із ЦБСУ, закінчивши період догляду.

3.4 Улаштування поздовжнього та поперечних швів стискання

Внаслідок того, що ЦБСУ містить менше води і в'язучого матеріалу порівняно з традиційним цементобетоном дорожнім, відбувається зменшення лінійної відносної деформації усадки та зменшення ширини тріщин. Таким чином, природне розтріскування ЦБСУ можливе без улаштування деформаційних швів.

Для запобігання випадковому утворенню тріщин на поверхні шару ЦБСУ або дорожнього покриття з асфальтобетону при їх перекритті, рекомендується застосовувати рівномірно розташовані вузькі поперечні шви стискання.

Контрольовані поперечні шви стискання улаштовуються на всю ширину шару перпендикулярно до осі дороги, з відповідним інтервалом між ними. Цей інтервал залежить від утворення природних тріщин і може бути від 6 до 18 метрів. Він також залежить від властивостей крупного заповнювача в цементно-бітумній стабілізованій угрупованій основі і товщини устроєного шару цементно-бітумного узору.

Для забезпечення тріщиностійкості внаслідок температурної усадки, рекомендовано укласти поздовжній шов більше ніж 4,5 метра відповідно до ширини бетонування центральної плити. Поздовжній шов має бути безперервним та розміщуватися вздовж осі центральної плити.

Якщо проектна документація передбачає, що необхідно улаштувати поздовжні та поперечні шви стискання, цей процес можна виконати наступним чином: спочатку необхідно розмітити центральну ось під нарізування швів, потім нарізати пази швів стискання та на завершення герметизувати ці шви.

Щоб забезпечити максимальну точність розмітки швів при нарізуванні, рекомендується використовувати рулетку. Для створення пазів швів стискання необхідно використовувати нарізувач швів з алмазним диском таким чином, щоб досягнути міцності на стиск не менше 10 МПа. Це значення є достатнім для нарізування пазу в ЦБУ, не спричиняючи надмірного викришування вздовж розрізу та утворення сколів.

Для успішного виконання нарізування пазів, слід дотримуватися послідовності роботи по смузі бетонування до виникнення природного розтріскування у влаштованому шарі ЦБУ. Нарізування необхідно відкладати до того часу, коли шар ЦБУ вже зміцниться достатньо, оскільки раннє нарізування може призвести до викидання зерен заповнювача з поверхні шару вздовж розрізу, що є небезпечним. У разі виявлення таких дефектів, нарізування шва необхідно проводити навіть раніше, або замінити наріжник, який підходить для роботи з ЦБУ.

Максимальне стискання можна налаштувати таким чином, щоб ширина пазу досягала 20 мм, а глибина стискання становила $0,25 \times h$, де h – номінальна товщина шару ЦБУ. При цьому варто врахувати, що зменшення ширини шва та відстані між ними сприяє зчепленню заповнювачів, що є важливим фактором передавання навантаження з плити на плиту.

Щоб встановити максимальний час нарізування швів, потрібно скористатися лабораторними даними, які висвітлюють процес тверднення ЦБУ.

Для підтримки температурно-усадкової тріщиностійкості на ранніх етапах, коли неможливо нарізати всі шви одразу, необхідно встановлювати контрольні шви стискування на відстані, зазначеній в проєкті, застосовуючи наступний підхід:

- на першій стадії потрібно виконати нарізування вузького паза одним алмазним диском, коли міцність ЦБУ на стиск досягла (5-7) МПа;
- на другій стадії потрібно виконати нарізування верхньої частини паза пакетом алмазних дисків до проектних розмірів, за досягнення міцності ЦБУ не менше ніж 10 МПа.

3.5 Влаштування захисних шарів зносу з литих емульсійно-мінеральних сумішей

ЛЕМС широко використовуються для відновлення або нанесення захисних шарів зносу (одно та двошарових) на існуючих асфальтобетонних і цементобетонних покриттях під час виконання поточного ремонту покриттів. Також вони застосовуються під час нового будівництва для запобігання утворенню руйнувань.

Шари зносу захисні, виготовлені з матеріалів ЛЕМС, класифікуються залежно від зернового складу кам'яного матеріалу. Для таких шарів можуть використовуватись одношарові покриття товщиною до 1 мм або двошарові покриття, загальна товщина яких не перевищує 25 мм.

Автомобільні дороги з рухомістю менше 3000 транспортних одиниць на добу. Товщина шару повинна бути рівною висоті найбільшої фракції щебеню, що входить до складу мінерального заповнювача, і може становити від 5 мм до 10 мм. Основною вимогою до таких сумішей є забезпечення рухливості або текучості, завдяки чому підвищується здатність матеріалу проникати в дрібні тріщини та пори покриття, що забезпечує водонепроникність покриття.

На небезпечних ділянках цих доріг необхідно забезпечити покращений контакт колеса автомобіля з дорогою. Для ремонту ширини колії до 15 (20) мм використовують тонкі зашаровані шари з ЛЕМС типів 2 і 3 на модифікованих

бітумних. Такі шари, завдяки наявності міцних мінеральних матеріалів та високим значенням адгезії та когезії зв'язувальних речовин, забезпечують необхідну грубість та стійкість до зносу покриття та покращують тривалість експлуатації захисних шарів.

3.6 Влаштування поверхневих обробок

Для транспортних доріг з середньодобовою розрахунковою інтенсивністю руху транспорту менше 1 000 авт/добу, в дорожньо-кліматичних зонах України спостерігається використання поверхневих обробок, що вимагають спеціалізованого інструменту та технологій залежно від типу і стану існуючого покриття.

На поверхневу обробку можна виділити наступні види:

– одношарове оброблення поверхні, виконуване з використанням одноразового розподілу в'язкого матеріалу і щебеню, яке може проводитись як послідовним, так і синхронним способом розподілу в'язкого матеріалу і щебеню. Щебенеve покриття, складаються з одного шару, включає один розлив в'язучого матеріалу та два розсипи щебеню різних розмірів. Спочатку 70% щебеню є к

р – для двошарової поверхневої обробки застосовуються два розливи в'язучого у матеріалу і два розсипи щебеню, які розподіляються послідовно;

п Вимоги чинних нормативних документів повинні бути відповідні щебеним матеріалам для поверхневих обробок. Для виконання таких обробок можна використовувати немитий органічним в'язучим щебінь або щебінь чорного кольору:

– для використання як в'язучих матеріалів використовують в'язкі бітуми, які ф відповідають ДСТУ 4044 [34], бітуми з додаванням полімерів згідно з р ДСТУ Б В.2.7-135 [35] та бітумні емульсії згідно з ДСТУ Б В.2.7-129 [31]. а Заради забезпечення міцного зчеплення в'язучого зі щебенем необхідно к використовувати адгезійні добавки, які відповідають відповідним ц угодженням нормативним документам.

і

ї

,

Операції, які виконуються в процесі влаштування одношарової поверхневої обробки з роздільним розподілом матеріалу, проводяться у наступній послідовності:

проведення підготовки поверхні шляхом очищення від пилу і бруду та виконання ремонтних робіт;

- розпиття та розподіл в'язучого;
- розподіл щебеню по поверхні;
- ущільнення щебеневого шару;
- забезпечення необхідного догляду в період формування.

Роботи з влаштування двошарової поверхневої обробки виконуються за наступною послідовністю:

підготовка покриття;

- перший етап нанесення в'язучого матеріалу;
- перший етап розсипання щебеневого покриття;
- процес ущільнення;
- друге розлив засмічувача;
- друге розсипання гравію (між першим і другим розсипанням гравію може бути перерва тривалістю не більше 3-5 днів) ускладнення;
- увага під час становлення.

В залежності від ступеня зносу, на асфальтобетонних та покращених полегшених покриттях може бути виконана одношарова або двошарова поверхнева обробка. Щодо цементобетонних покриттів, які були в експлуатації без поверхневої обробки, а також на покриттях перехідного типу, рекомендується влаштовувати двошарову поверхневу обробку. Для захисного шару на покриттях та основах перехідного типу, що складаються з необроблених в'язучими матеріалами, можна використовувати низькоміцні кам'яні матеріали.

Перед проведенням поверхневої обробки на цементобетонних покриттях та на покриттях перехідного типу, таких як білі щебеневі або гравійні покриття, а також на шарах з кам'яних матеріалів, які укріплені цементом, необхідно

здійснити підготовку покриттів. Ця підготовка включає в себе видалення незв'язного гравійного або щебеневого матеріалу, бруду та пилу. Після цього рекомендується виконати підгрунтовку. Підгрунтовка також рекомендується проводити на старих асфальтобетонних покриттях та на чорних покриттях полегшеного типу з густою мережею дрібних тріщин. Ці покриття мають бути в такому стані, коли поверхня не піддається очищенню.

Перед проведенням поверхневої обробки, виконують ремонт пошкоджених ділянок покриття шляхом вирівнювання виступів, набряків, вибоїн та тріщин, що знаходяться на поверхні. Поверхню покриття приводять до рівного і бездоганного стану шляхом фрезерування і усунення дефектів.

Для старих покриттів капітального або полегшеного типу, підгрунтовку рекомендується здійснювати з витратою 0,3-0,5 літра на квадратний метр або 1,0-1,2 літра на квадратний метр для перехідного типу, використовуючи рідкі бітуми МГ-25/40 або СГ-25/40, або слабоконцентровані бітумні емульсії в залежності від їх вмісту з'єднувального матеріалу. Норма розливу встановлюється експериментальним шляхом, враховуючи ступінь забрудненості покриття.

Машини, що використовуються для виконання робіт з покриття поверхонь за допомогою синхронного розподілу щебених матеріалів та бітумних в'язких речовин, оснащені автоматизованим контролем дозування складових. Це дозволяє забезпечити більш однорідне розподілення бітумного в'язкого речовини та кам'яного матеріалу.

Для забезпечення якісних поверхневих обробок на ділянках автомобільних доріг з інтенсивним рухом автотранспорту, рекомендується використовувати полімерно модифікований бітум, щоб приготувати бітумні емульсії.

В залежності від погодних умов, налаштовують якісно температуру і концентрацію бітумної емульсії. У випадку, коли температура повітря нижче 20 °С та є дощова погода, рекомендується використовувати бітумну емульсію з температурою від 40°C до 50°C та концентрацією бітуму від 55% до 60%. Попереднє нагрівання емульсії до вказаної температури виконується безпосередньо у автогудронаторі під час транспортування до місця робіт. За

умов, коли температура повітря перевищує 20°C, використовується емульсія без попереднього нагріву, а концентрація бітуму може бути знижена до 50%.

Роботи з влаштування поверхневої обробки проводяться за певних температурних умов. Для синхронного або роздільного розподілу матеріалів, температура повітря не повинна бути нижче 15°C. У випадку використання бітумних емульсій, весною мінімальна температура повітря повинна бути не нижче 5°C, а восени – не нижче 10°C. При виконанні робіт восени, для поверхневої обробки використовують кам'яні матеріали, які перед цим піддаються обробці в'язучим у змішувальних установках з використанням ПАР.

За урахуванням кліматичних умов, для виконання поверхневої обробки на покриттях перехідного типу використовуються нафтовий бітум марок БНД-130/200 або БНД-90/130 згідно з ДСТУ 4044 [34], або рідкий бітум марки СГ-70/130 або МГ-70/130 та СГ-130/200, або МГ-130/200 згідно з ГОСТ 11955 [36]. Також можуть використовуватися рідкі бітумополімери марок БпСГР 70/130 або БпСГР 130/200.

Рекомендується відкрити рух автомобільного транспорту по шару поверхневого оброблення через 24 години після його влаштування, і це бажано зробити вночі, коли інтенсивність і швидкість руху зменшуються. Протягом 2-3 днів рекомендується обмежити швидкість руху до 30 км/год і регулювати її по ширині проїзної частини. Тривалість формування поверхневого оброблення залежить від температури, вологості повітря і інтенсивності руху транспортних засобів. Догляд за поверхневим обробленням потрібно проводити протягом двох тижнів, регулярно насипаючи щебеневий матеріал. Не прижилися зерна щебеню необхідно видаляти за допомогою поливально-мийної машини зі щіткою, щоб не пошкодити поверхню. Догляд триває до повного приживлення щебеневого матеріалу до поверхні покриття.

3.7 Порівняння варіантів ремонту цементобетонних покриттів

Реалізація довгострокових програм утримання доріг на практиці є успішною, що визначає необхідність обґрунтування моделей управління проектами утримання доріг з урахуванням поточного стану мережі в Україні.

Такий спосіб гарантує стабільність умов, необхідних для проведення необхідних ремонтно-реставраційних робіт. Об'єкти інфраструктури стали вагомою частиною об'єкта повномасштабної війни агресора проти України. Комплексний аналіз стану доріг, збитків від обстрілів, проїзду танків можливий лише в рамках спеціалізованого технічного обстеження, це неможливо під час нинішнього конфлікту на території України, який є окуповані іншими країнами.

Залежно від умов експлуатації дороги конструкції можна видозмінювати, наприклад, шляхом збільшення товщини матеріалу або зміни складу. Для збільшення міцності та довговічності дороги можна використовувати інші спеціальні речовини, зокрема гуму, полімери чи додаткові речовини. [37].

Крім того, оскільки кліматичні умови впливають на морозостійкість і проникність покриттів, конструкція покриття може бути змінена відповідно до кліматичних умов. Наприклад, у районах із сухим кліматом можна використовувати меншу кількість шарів матеріалу, тоді як у районах із високою вологістю та великою кількістю опадів-більшу кількість шарів. [37].

Важливо також враховувати тип транспортного засобу, що пересувається дорогою, оскільки це впливає на навантаження на покриття. Для важких транспортних засобів можна використовувати спеціальні конструкції з більш товстими і міцними шарами матеріалу. [37]. Одним із підходів до вирішення проблеми відновлення доріг є використання математичних моделей та алгоритмів для прогнозування стану дороги та вибору найбільш підходящого методу відновлення. [37].

Для порівняння варіантів ремонту цементобетонного покриття існують три основних варіанти:

- застосування укочуваного бетону;
- оброблення поверхні шару цементобетонного покриття зі створенням шорсткості (технологія Чіпсіл. HILGERS (Made in Germany));
- влаштування захисних шарів зносу з литих емульсійно-мінеральних сумішей.

Порівняння варіантів ремонту цементобетонного покриття проведено з урахуванням вартості матеріалів та строку служби кожного з покриттів. Це дозволить визначитись з ефективністю кожного з розглянутих варіантів.

Влаштування укочуваного бетону згідно [21] виконується товщиною 160-200 мм. Для розрахунків прийнято товщину влаштування 20 см. Об'єму укочуваного бетону становить:

$$68312 \text{ м}^2 \cdot 0,2 \text{ м} = 13662,4 \text{ м}^3$$

Вартість влаштування 1 м² товщиною 20 см разом з роботою машин та механізмів становить 365,17 грн. Звідси вартість влаштування укочуваного бетону в межах проектних робіт становить:

$$13662,4 \text{ м}^3 \cdot 365,17 \text{ грн} = 4\,989\,098,61 \text{ грн}$$

Термін служби бетонних доріг може змінюватись в залежності від різних факторів, таких як клімат, умови дорожнього руху, технічне обслуговування та якість будівництва. Як правило, термін служби укатаних бетонних доріг становить від 20 до 40 років і більше. Правильне технічне обслуговування, включаючи регулярні перевірки, ремонт та заміну поверхні, а повний термін служби бетонної дороги може перевищувати 50 років. Для виконання порівняння прийнято строк служби 20 років.

Товщина влаштування литих емульсійно-мінеральних сумішей (ЛЕМС) становить 15 мм. Об'єм влаштування ЛЕМС:

$$6$$

Вартість влаштування 1 м² товщиною 2 см становить 124,99 грн. Звідси вартість влаштування ЛЕМС в межах проектних робіт становить:

$$1024,68 \text{ м}^3 \cdot 124,99 \text{ грн} = 128\,074,75 \text{ грн}$$

Термін служби литих емульсійно-мінеральних сумішей може змінюватись в залежності від різних факторів, таких як якість використовуваних матеріалів, конкретна сфера застосування та умови навколишнього середовища, яким вони піддаються. Як правило, добре спроектовані та правильно змонтовані литі емульсійно-мінеральні суміші можуть мати термін служби від 3 до 5 років та більше. Регулярне технічне обслуговування та своєчасний ремонт також можуть

продовжити термін їхньої служби. Для виконання порівняння прийнято строк служби 3 роки.

Поверхнева обробка виконується товщиною 2 см. При цьому значенні, об'єм матеріалу, що необхідний для ремонту цементобетонного покриття за проектом становить:

$$m^2 \cdot 0,02 \text{ м} = 1366,24 \text{ м}^3.$$

Вартість влаштування 1 м² становить 107,50 грн. Вартість влаштування поверхневої обробки в межах проектних робіт становить:

$$m^3 \cdot 107,50 \text{ грн} = 146\,870,80 \text{ грн}$$

Термін служби покриття дороги може змінюватись в залежності від декількох факторів, включаючи тип обробки, інтенсивність руху, кліматичні умови та методи технічного обслуговування. Як правило, обробка дорожнього покриття, така як нанесення стружки або рідка герметизація, може прослужити від 5 до 10 років, перш ніж буде потрібно нове застосування. Однак регулярне технічне обслуговування та ремонт можуть продовжити термін служби обладнання. Для виконання порівняння прийнято строк служби 5 років.

Таблиця 3.1 – Параметри проектування дорожнього одягу

Вид ремонту	Вартість, грн	Термін служби, років
Укочуваний бетон	4989098,61	20
Лита емульсійно-мінеральна суміш	128 074,75	3
Поверхнева обробка	146 870,80	5

Для порівняння витрат на будівництво та на весь проміжок експлуатації автомобільної дороги використовується формула [38]:

$$B_{\text{заг}} = B_{\text{буд}} + B_{\text{кр}} \cdot (1 + E)^t + \sum_{i=1}^n [B_{\text{пс}} \cdot (1 + E)^t \cdot n] + \sum_{i=1}^n [B_{\text{пд.ун}} \cdot (1 + E)^t \cdot m] + \sum_{i=1}^n B_{\text{св}}^P \cdot (1 + E)^t$$

де $B_{\text{буд}}$ – вартість нового будівництва 1 км дорожнього одягу, тис.грн;

$V_{кр}$ – витрати на капітальний ремонт дорожнього одягу, тис.грн;

$V_{пс}$ – витрати на поточні середні ремонти дорожнього одягу, тис.грн;

n – кількість поточних середніх ремонтів, які виконуються протягом порівняльного строку T , тис. грн;

$V_{пд_Еу}$ – витрати на поточний дрібний ремонт та експлуатаційне утримання дорожнього одягу, тис. грн;

$BCEP$ – втрати користувачів доріг при виконанні ремонтних робіт, тис. грн;

m – кількість років експлуатаційного утримання дорожнього одягу автомобільної дороги за обраним варіантом виконання робіт;

E – безризикова норма дисконту у відносних одиницях виміру;

$(1+E)$ – коефіцієнт дисконтування витрат.

Таблиця 3.12 – Витрати на будівництво і утримання дорожнього одягу жорсткого типу (з урахуванням норми дисконту 5 %) при виконанні поточного ремонту литою емульсійно-мінеральною сумішшю.

Рік	Коефіцієнт дисконтування	Витрати, тис. грн				Всього витрат за рік	Акумуляція витрат
		В _{буд}	В _{кр}	В _{пс}	В _{пд_Еу}		
1	1,00		119133,98			119133,98	119133,98
2	1,10				17,74	19,56	119153,53
3	1,16				21,29	24,64	119178,18
4	1,22				34,06	41,40	119219,58
5	1,28				44,28	56,51	119276,08
6	1,34			128,07	23,77	203,49	119479,57
7	1,41				25,95	36,51	119516,09
8	1,48				57,15	84,44	119600,52
9	1,55			128,07	27,34	241,09	119841,62
10	1,63				29,84	48,61	119890,23
11	1,71				65,72	112,41	120002,63
12	1,80			128,07	31,44	286,46	120289,09
13	1,89				34,32	64,71	120353,81
14	1,98				75,58	149,64	120503,45
15	2,08			128,07	36,15	341,42	120844,87
16	2,18				39,47	86,15	120931,02
17	2,29				86,92	199,21	121130,23
18	2,41			128,07	41,58	408,28	121538,51
19	2,53				45,39	114,69	121653,20
20	2,65				99,95	265,21	121918,41
Всього		0,00	119133,98	640,37	837,92	121918,41	

Таблиця 3.13 – Витрати на будівництво і утримання дорожнього одягу жорсткого типу (з урахуванням норми дисконту 5 %) при виконанні поточного ремонту поверхневою обробкою.

Рік	Коефіцієнт дисконтування	Витрати, тис. грн				Всього витрат за рік	Акумуляція витрат
		В _{буд}	В _{кр}	В _{пс}	В _{пд_Еу}		
1	1,00		119133,98			119133,98	119133,98
2	1,10				17,74	19,56	119153,53
3	1,16				21,29	24,64	119178,18
4	1,22				34,06	41,40	119219,58
5	1,28				44,28	56,51	119276,08
6	1,34			146,87	23,77	228,68	119504,76
7	1,41				25,95	36,51	119541,28
8	1,48				57,15	84,44	119625,71
9	1,55				65,72	101,96	119727,67
10	1,63				75,58	123,11	119850,78
11	1,71			146,87	27,34	297,95	120148,73
12	1,80				29,84	53,59	120202,32
13	1,89				65,72	123,93	120326,25
14	1,98				75,58	149,64	120475,89
15	2,08				86,92	180,69	120656,59
16	2,18			146,87	31,44	389,22	121045,81
17	2,29				34,32	78,66	121124,47
18	2,41				75,58	181,89	121306,36
19	2,53				86,92	219,63	121525,99
20	2,65				99,95	265,21	121791,20
Всього		0,00	119133,98	440,61	979,13	121791,20	

Таблиця 3.14 – Витрати на будівництво і утримання дорожнього одягу жорсткого типу (з урахуванням норми дисконту 5 %) при виконанні поточного ремонту поверхневою обробкою.

Рік	Коефіцієнт дисконтування	Витрати, тис. грн				Всього витрат за рік	Акумуляція витрат
		В _{буд}	В _{кр}	В _{пс}	В _{пд_еу}		
1	1,00		119133,98			119133,98	119133,98
2	1,10				17,74	19,56	119153,53
3	1,16				21,29	24,64	119178,18
4	1,22				34,06	41,40	119219,58
5	1,28				44,28	56,51	119276,08
6	1,34				50,92	68,24	119344,32
7	1,41				58,56	82,39	119426,71
8	1,48				67,34	99,49	119526,20
9	1,55				77,44	120,13	119646,34
10	1,63				89,06	145,06	119791,40
11	1,71				102,41	175,16	119966,56
12	1,80				117,78	211,51	120178,07
13	1,89				135,44	255,40	120433,47
14	1,98				155,76	308,39	120741,87
15	2,08				179,12	372,38	121114,25
16	2,18				205,99	449,65	121563,90
17	2,29				236,89	542,96	122106,86
18	2,41				272,42	655,62	122762,48
19	2,53				313,29	791,66	123554,15
20	2,65			4989,10	360,28	14193,50	137747,64
Всього		0,00	119133,98	4989,10	2540,06	137747,64	



Рисунок 3.1 – Діаграма порівняння акумуляційних витрат трьох видів ремонту цементобетонного покриття

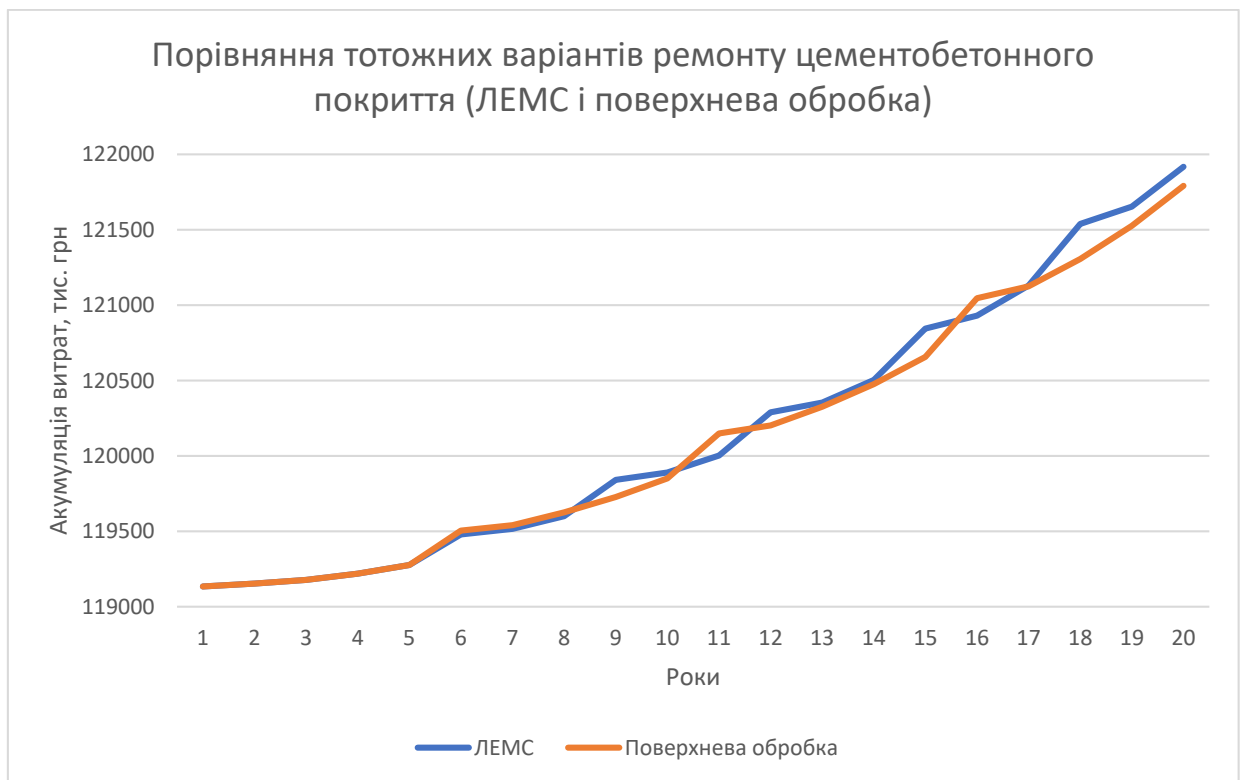


Рисунок 3.2 – Діаграма порівняння акумуляційних витрат двох тотожних за способом виконання робіт видів ремонту цементобетонного покриття (ЛЕМС та поверхнева обробка)

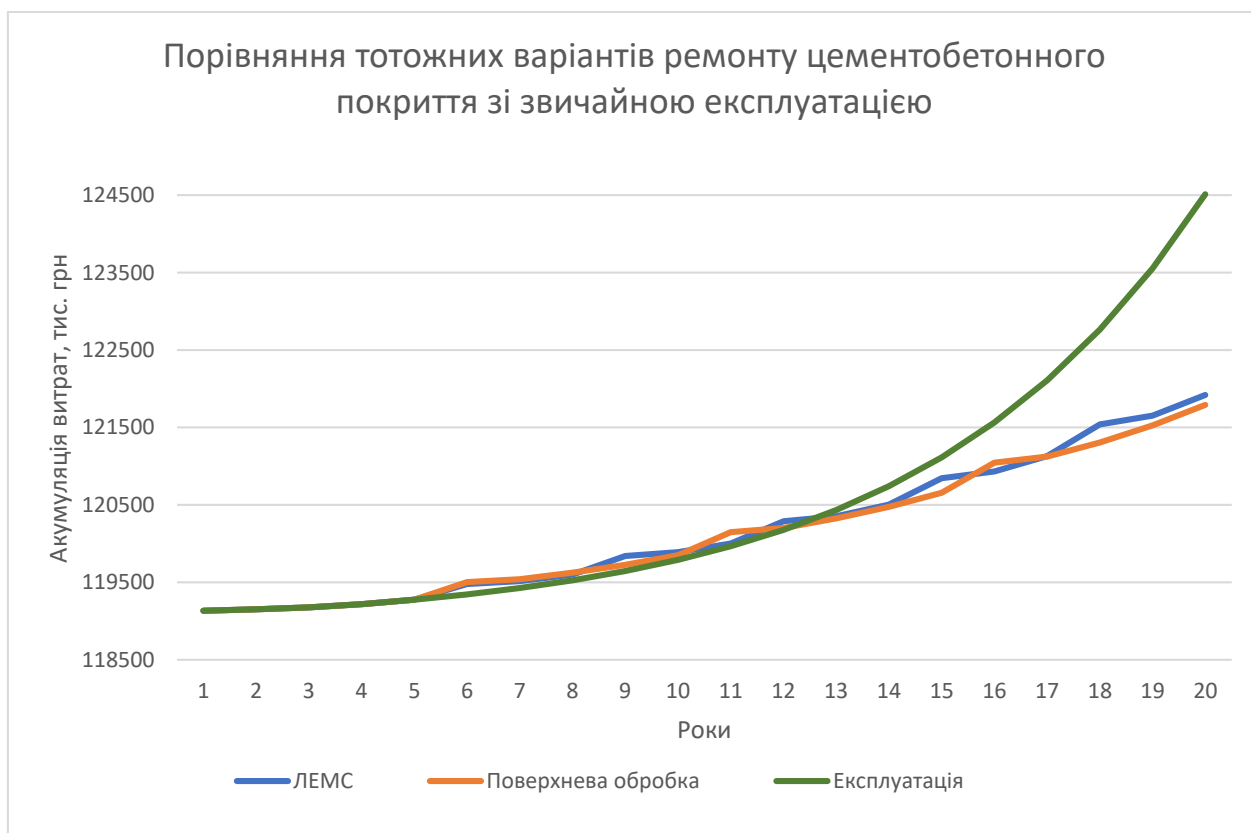


Рисунок 3.3 – Діаграма порівняння акумуляційних витрат двох тотожних за способом виконання робіт видів ремонту цементобетонного покриття (ЛЕМС та поверхнева обробка) в порівнянні зі звичайною експлуатацією

3.8 Висновки до розділу

Діаграма (рис. 3.1) показує, що в середньостроковій перспективі при поточному утриманні найдешевшим варіантом виконання робіт є використання поверхневої обробки. Але, оскільки різниця акумуляційних витрат між використанням поверхневої обробки та ЛЕМС складає менше 5%, то ці варіанти є тотожними. При подальшій експлуатації автомобільної дороги після проектних 20-ти років виникає необхідність виконання капітального ремонту або реконструкції ділянки автомобільної дороги. Якщо в подальшому необхідно виконати капітальний ремонт без змін параметрів поперечного профілю автомобільної дороги, то рекомендовано виконати ремонт укочуваним бетоном

для збільшення ресурсу служби автомобільної дороги. При умові, що надалі необхідна реконструкція, то варіант з укочуваним бетоном не може розглядатись, оскільки він не є видом покриття, що застосовний при даному виді будівництва.

Надалі розглянуто порівняння двох тотожних варіантів (рис. 3.2), при якому встановлено, що відхилення по вартості виконання кожного з робіт не перевищує 5%. Тому розглянуто також порівняння цих двох варіантів зі звичайною експлуатацією, при якому, як правило, виконують аварійні ремонти окремих ділянок. З діаграми видно, що вартість звичайної експлуатації є вищою, але від загальної суми акумуляційних витрат це становить всього більше на 2,2%. В грошовому еквіваленті це становить близько 2,7 млн грн, що є суттєвою економією. Окрім цього, при виконанні поточного ремонту за допомогою ЛЕМС або поверхневої обробки, отримується однорідна рівна поверхня, що є суттєвою перевагою перед звичайним аварійним ремонтом, при якому поверхня, як правило, стає горбистою, а покриття неоднорідним.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Під час будівництва об'єктів необхідно вжити заходи для захисту працівників та населення від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Ці заходи повинні відповідати вимогам НПАОП 63.21-1.01-09 [38] нормативно-правових актів з охорони праці.

4.1 Організація будівельних майданчиків, робочих ділянок і робочих місць

З

Г

Для цього:

- будівельні майданчики повинні бути очищені від сміття, будівельного сміття та інших небезпечних предметів;
- ділянки робіт повинні бути огорожені, щоб запобігти падінню працівників або сторонніх осіб;
- робочі місця повинні бути оснащені безпечним обладнанням та інструментами;

Крім того, роботодавець повинен забезпечити працівників:

- санітарно-побутовими приміщеннями (гардеробними, душовими, умивальними, сушильними, обігрівальними, їдальнями, кімнатами відпочинку, туалетами тощо);
- питною водою;
- медичним обслуговуванням.

Санітарно-побутові приміщення і обладнання повинні бути введені в експлуатацію до початку виконання робіт.

Під час реконструкції діючих підприємств санітарно-побутові приміщення необхідно улаштовувати з урахуванням вимог, додержання яких обов'язкове під час виробничих процесів на об'єктах, які реконструюються.

У санітарно-побутових приміщеннях необхідно мати достатню кількість шаф, столів та стільців.

Ось деякі конкретні приклади того, як можна забезпечити безпечні умови праці на будівельних майданчиках:

- встановити освітлення на будівельному майданчику, щоб працівники могли безпечно працювати в темний час доби;
- прибрати всі нерівності на поверхні будівельного майданчика, щоб запобігти падінням працівників;
- огородити всі небезпечні зони, такі як ями, котловани та відкриті електричні кабелі;
- забезпечити працівників касками, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту.

Виконання цих вимог допоможе запобігти нещасним випадкам на будівельних майданчиках і захистити життя та здоров'я працівників.

4.2 Земляні роботи

Безпека виконання земляних робіт

Згідно земляні роботи є одними з найнебезпечніших видів робіт на будівельних майданчиках. Вони пов'язані з ризиком обвалення ґрунту, падіння предметів, травмування машинами та інструментами, а також з іншими небезпечними факторами.

Заходи безпеки

Щоб запобігти нещасним випадкам під час виконання земляних робіт, необхідно дотримуватися таких заходів безпеки:

- перед початком робіт необхідно провести ретельну рекогносцировку місцевості та оцінити небезпечні фактори, які можуть виникнути;
- визначити безпечну крутизну укосів виїмок;
- вжити заходів для забезпечення стійкості укосів, зокрема, використовувати кріплення або зменшити глибину виїмки;
- огородити виїмки, щоб запобігти потраплянню на них людей і транспорту;
- забезпечити освітленість робочої зони;
- забезпечити працівників засобами індивідуального захисту;

- виконання робіт у виїмках;
- у разі розміщення робочих місць у виїмках необхідно забезпечити достатній простір для роботи, а також безпечний доступ до них. Виїмки, розташовані в місцях можливого перебування людей або транспорту, повинні бути огорожені. Для проходу людей через виїмки необхідно влаштувати перехідні містки;
- кріплення виїмок;
- кріплення виїмок необхідно влаштовувати відповідно до проекту. Проект повинен враховувати особливості ґрунту, глибину виїмки та діюче навантаження.

4.3 Бетонні роботи

Безпека бетонних робіт

Бетонні роботи – це комплекс робіт, пов'язаних з приготуванням, транспортуванням, укладанням і твердінням бетону. Вони є одними з найнебезпечніших видів робіт на будівельних майданчиках.

Небезпечні фактори

Під час виконання бетонних робіт на працівників можуть впливати такі небезпечні фактори:

- падання – працівники можуть впасти з висоти, наприклад, при роботі на перепадах висоти, при монтажі і демонтажі опалубки;
- рухливі машини і механізми – працівники можуть бути травмовані рухомими машинами і механізмами, наприклад, бетонозмішувачами, бетоноукладальними машинами;
- обвалення – елементи будівельних конструкцій і опалубки можуть обвалитися, травмуючи працівників;
- підвищена температура арматури – при попередньому напрузі арматури вона може нагріватися до високих температур, що може призвести до опіків працівників;

- шум і вібрація – шум і вібрація можуть негативно впливати на здоров'я працівників;
- недостатня освітленість – недостатня освітленість може призвести до травм працівників;
- несприятливі метеорологічні умови – сильний вітер, дощ, сніг можуть ускладнити виконання робіт і призвести до травм працівників;
- підвищена напруга в електричному колі – працівники можуть отримати удар електричним струмом при дотику до оголених проводів або інших елементів, що знаходяться під напругою;

Заходи безпеки

Щоб запобігти нещасним випадкам під час виконання бетонних робіт, необхідно вжити таких заходів безпеки:

- працівники повинні бути навчені і мати відповідну кваліфікацію;
- працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту;
- на будівельному майданчику повинні бути організовані місця для миття рук і обличчя;
- після закінчення роботи бетонні поверхні необхідно ретельно очистити від залишків бетону;

Конкретні заходи безпеки

Для запобігання впливу конкретних небезпечних факторів необхідно вжити таких заходів безпеки:

- для запобігання падінням необхідно забезпечити безпечні проходи і робочі місця, а також використовувати засоби індивідуального захисту, такі як каски, запобіжні пояси;
- для запобігання травмуванню рухомими машинами і механізмами необхідно огородити робочі місця, забезпечити видимість машин і механізмів, а також використовувати звукові сигнали;

- для запобігання обваленню необхідно забезпечити стійкість опалубки та будівельних конструкцій, а також використовувати засоби індивідуального захисту, такі як каски, запобіжні пояси;
- для запобігання опікам від підвищеної температури арматури необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, такі як рукавички, захисні окуляри;
- для запобігання впливу шуму і вібрації необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, такі як захисні навушники, захисні рукавички;
- для забезпечення достатньої освітленості необхідно використовувати переносні світильники або інші освітлювальні прилади;
- для запобігання впливу несприятливих метеорологічних умов необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, такі як дощовики, рукавички, черевики з водонепроникним верхом;
- для запобігання удару електричним струмом необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, такі як діелектричні рукавички, боти з діелектричними підошвами.

4.4 Вимоги безпеки під час улаштування дорожнього покриття

Щоб захистити працівників від токсичних матеріалів, що використовуються при влаштуванні дорожнього покриття, необхідно використовувати механізми та технологічні процеси, які дозволяють виконувати роботи без прямого контакту з цими матеріалами.

Організація дорожнього руху

Щоб забезпечити безпеку дорожнього руху в зоні дорожніх робіт, необхідно:

- встановити знаки дорожнього руху, що обмежують рух транспорту;
- виділити безпечну зону для працівників;
- розробити схему заїзду та виїзду автомобілів із зони робіт.

Освітлення місць виконання робіт

У темний час доби місця виконання робіт необхідно освітити, щоб забезпечити видимість для працівників та учасників дорожнього руху.

Безпека дорожніх машин

При роботі дорожніми машинами, що рухаються під час технологічного процесу, необхідно дотримуватися таких правил безпеки:

- не під'їжджати до брівки укосу насипу ближче ніж 1,0 м;
- якщо розподільник щебеню прикріплений до автомобіля-самоскида, то автомобіль повинен рухатися заднім ходом;
- працівникам заборонено перебувати у бункері розподільника щебеню під час його роботи;

Працівники під час виконання робіт профілювальником-розподільником і ґрунтозмішувальною машиною не повинні:

- підтягувати болти на включених вібраторах, щоб не отримати травму від обертових деталей;
- ставати на кожух ротора, вібробрус або транспортерні стрічки та інші робочі органи, щоб не впасти або не отримати травму від рухомих частин;
- регулювати натяг ременів вібратора або ремонтувати їх під час роботи вібробруса, щоб не отримати травму від обертових деталей;
- заправляти ґрунтозмішувальну машину водою на ходу, щоб не отримати травму від рухомої машини;
- прочищати форсунки під час її роботи, щоб не отримати травму від обертових деталей.

Очищати ротор і міняти лопатки дозволяється тільки після зупинки ротора та двигуна машини, а також постановки на інвентарні підкладки, щоб не отримати травму від рухомих деталей.

Машиніст бетоноукладача повинен бути на своєму робочому місці до повної зупинки машини.

Під час виявлення несправності бетоноукладача або розриву шлангів гідроприводу необхідно негайно зупинитися, знеструмити машину та усунути несправність.

Рейко-форми повинні бути надійно закріплені стандартними штирями. Не дозволяється використовувати штир із діаметром менше 10 % від отвору в підшві рейко-форми або довжиною менше 0,8 м.

Перед укладанням бетонної суміші необхідно перевірити стійкість рейко-форм пробним проїздом бетоноукладача. Особливо ретельно перевіряється кріплення рейко-форми в стиках.

Під час роботи бетоноукладача не дозволяється ставати на вібробрус і обробний брус, класти на них інструмент, а також очищати бункер.

Для запобігання самовільному руху бетоноукладача під час зупинки на ділянках із поздовжнім ухилом необхідно встановити на рейко-форми гальмові башмаки.

Рухатися автомобілям-самоскидам у зоні укладання бетонної суміші дозволяється тільки за сигналом приймача суміші.

Під час укладання бетонної суміші бетоноукладачем із ковзаючими формами сторонні особи повинні перебувати на відстані не менше ніж 5 м від машини.

Під час виконання робіт бетоноукладачем з копіювальними струнами їх закріплюють в натяжних лебідках. Працівники, які натягують струни, повинні застосовувати рукавиці. Стороннім працівникам заборонено перебувати в зоні натягування струн.

Очищати робочі органи бетоноукладача дозволяється тільки після повної зупинки машини. Працівник, зайнятий на встановленні штирів у поздовжніх швах покриття, не повинен залишати своє робоче місце до повної зупинки машини.

Працівник, який обробляє шви вручну, повинен користуватися гумовими рукавицями.

Під час продувки деформаційних швів стиснутим повітрям від компресора працівники повинні застосовувати захисні окуляри та респіратор.

Машиніст нарізчика деформаційних швів у затверділому бетоні повинен користуватися захисними окулярами. Ріжучі диски повинні бути зафіксовані та надійно закріплені на валу і закриті кожухом. Кожний ріжучий диск повинен

бути встановлений вертикально, без перекосів від заклинювання та руйнування під час різання.

Під час роботи відстань між машинами комплексу повинна бути не менше ніж 10 м. Не дозволяється розподіляти суміш під час розвантаження її з кузова автомобіля.

Для установки бортових каменів у проектне положення повинні застосовуватися механізми, які обладнані спеціальними захватами. Роботи з укладання та розбирання бортових каменів повинні виконуватися під наглядом майстра. Не дозволяється вручну навантажувати та розвантажувати бортові камені.

Переносити (переміщати) вручну бортові камені повинні чотири працівника одночасно з використанням спеціальних кліщів, якщо навантаження на кожного з працівників не перевищує 50 кгс. Не дозволяється за допомогою крюків вручну переміщати бортові камені волоком.

Бортові камені, які встановлюються на бетонну основу, потрібно закріпити цементним розчином.

Бортові камені необхідно утрамбувати, використовуючи дерев'яну прокладку, яку утримують на камені спеціальними кліщами.

4.5 Вимоги безпеки під час розмітки проїзної частини

- роботи з нанесення розмітки повинні виконуватися відповідно до вимог ДБН В.2.3-4-2015 [13] "Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Правила проектування";

- місце проведення робіт необхідно огородити і огородити дорожніми знаками, що забороняють рух транспорту;

- під час виконання робіт на проїзній частині необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (захисні каски, жилети, захисні окуляри);

- роботи з нанесення розмітки повинні виконуватися тільки в світлий час доби або при штучному освітленні;

Вимоги до маркувальних машин:

- маркірувальні машини повинні бути справними і відповідати вимогам безпеки;
- маркірувальні машини повинні бути оснащені технічними засобами організації дорожнього руху;
- маркірувальні машини повинні бути оснащені засобами індивідуального захисту для працівників;

Вимоги до працівників:

- працівники, які виконують роботи з нанесення розмітки, повинні бути кваліфіковані та проходити навчання з техніки безпеки;
- працівники, які виконують роботи з нанесення розмітки, повинні бути в робочому одязі та взутті, а також в засобах індивідуального захисту;
- працівники, які виконують роботи з нанесення розмітки, повинні дотримуватися правил техніки безпеки, зазначених в інструкціях з експлуатації обладнання.

Вимоги до нанесення розмітки термопластиком:

- температуру термопластика в котлі необхідно підтримувати в межах 160-220 °C;
- під час відкриття кришки котла необхідно використовувати брезентові рукавиці.
- роботу газових пальників необхідно контролювати за допомогою показників манометра на редукторі газового балона.
- під час дощу використовувати газові пальники заборонено.
- у разі витoku газу із системи подачу газу необхідно негайно припинити.
- під час роботи двигуна та запалених пальників заправляти горючими матеріалами заборонено.
- під час буксування підігрівати термопластичну масу заборонено.
- під час завантаження в гарячий котел холодний пластмасовий матеріал працівник повинен перебувати збоку від котла.

Вимоги до нанесення розмітки нітрофарбою:

- працівники, які виконують роботи з нанесення розмітки нітрофарбою, повинні бути в комбінезонах, гумових рукавицях, захисних окулярах і респіраторах.

Вимоги до місць виконання робіт:

- у місцях виконання робіт повинна бути аптечка для надання першої медичної допомоги.

4.6 Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт

- під час проведення дорожніх робіт необхідно забезпечити безпеку працівників та учасників дорожнього руху;

- для цього необхідно передбачити об'їзд ділянки дороги, що ремонтується або реконструюється;

- огороження місць проведення робіт і розміщення дорожніх знаків повинні відповідати вимогам ДСТУ 4100:2021 [39];

- працівники та машиністи дорожніх машин повинні бути ознайомлені з сигналізацією, що застосовується або подається жестами та прапорцями, а також з порядком руху та маневрування дорожніх машин і транспортних засобів.

Вимоги до працівників:

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

- під час ремонту мостів (шляхопроводів) працівники повинні носити каски;

- не дозволяється перебувати під мостом або шляхопроводом без касок.

Вимоги до дорожніх машин та обладнання:

- дорожні машини та устаткування після закінчення денної зміни повинні бути встановлені на майданчик відстою за межами земляного полотна;

- машини бетоноукладального комплексу, асфальтоукладачі та інші нетранспортабельні машини, що залишаються на ніч на проїзній частині, повинні бути огорожені з обох боків інвентарним бар'єрним огороженням з сигнальними ліхтарями, які вмикають із настанням недостатньої видимості;

- для попередження зіткнень дорожніх машин з іншими транспортними засобами або пішоходами перед машинами необхідно встановлювати бар'єри на відстані не менше ніж 10 метрів;

- для забезпечення безпеки працівників і учасників дорожнього руху швидкість руху дорожніх машин і механічних засобів у робочій зоні не повинна перевищувати 5 кілометрів на годину.

4.7 Вимоги безпеки під час ремонту дорожнього покриття

Вимоги безпеки під час ремонту дорожнього покриття із застосуванням пересувної авторемонтної машини:

–

- пересувна електростанція повинна бути встановлена так, щоб не перешкоджала пересуванню працівників, і бути заземлена, щоб уникнути ураження електричним струмом.

Вимоги безпеки під час застосування авторемонтних машин, що обладнані пневматичним інструментом, котлами для підігрівання бітуму та мішалками для виготовлення асфальтобетонної суміші:

- біля розвантажувального отвору мішалки не повинно бути працівників, щоб уникнути травмування;

Вимоги безпеки під час використання відбійного молотка:

- буртик піки відбійного молотка завжди повинен бути притиснутий до букси, щоб уникнути травмування рук;

- не можна заглиблювати піку в дорожнє покриття до упора кінцевої пружини, щоб уникнути її поломки;

- для відокремлення пікою вирубаних шматків дорожнього покриття відбійний молоток повинен бути вимкнено, щоб уникнути травмування;

Вимоги безпеки під час вирубання дорожніх покриттів із застосуванням кувалд, зубил, клинів і сокир:

я

ц

е

- між працівниками, які використовують кувалди, зубила, клини і сокири, повинен бути інтервал не менше ніж 4 м, або між працівниками повинні бути встановлені захисні екрани, щоб уникнути травмування;

Вимоги безпеки під час застосування пересувних бітумних котлів:

- котли повинні бути встановлені на узбіччі на відстані не менше ніж 50 м від місця проведення робіт з підвітряної сторони, щоб уникнути поширення пожежі;

- котли потрібно завантажувати поступово, щоб уникнути переливання бітуму;

- не можна завантажувати котли понад $3/4$ їх місткості, щоб уникнути переповнення та опіків;

- якщо бітум спінюється і переливається через край котла, то потрібно загасити пальник або залити топку водою;

- якщо бітум у котлі спалахнув, потрібно щільно закрити кришку, щоб уникнути поширення пожежі;

- під час дрібного ямкового ремонту бітум потрібно набирати черпаками з держакон довжиною не менше ніж 1 м, щоб уникнути опіків;

- місткість ручних поливальниць не повинна перевищувати 10-12 л, щоб уникнути перекидання;

Заборони під час робіт з гарячим в'язучим:

- роботи гарячим в'язучим забороняється проводити з відкритих посудин або з посудин, які не щільно закриваються, щоб уникнути пожежі;

Допуски під час перенесення асфальтобетонної суміші:

- переносити асфальтобетонну суміш лопатами вручну дозволяється на відстань не більше ніж 8 м, щоб уникнути травмування;

Вимоги безпеки під час ремонту дорожнього покриття із застосуванням інфрачервоного випромінювання:

- на місці роботи розігріву повинен бути вогнегасник і пісок на випадок пожежі;

- форсунку можна запалювати тільки довгим факелом, просоченим гасом;
- під час розпалювання пальників не можна перебувати перед розігрівачем з того боку, де є полум'я;
- працівники повинні перебувати на відстані не менше 5 метрів від розігрівача під час його роботи;
- тиск у паливному баку не повинен перевищувати 0,2 Мпа;
- не можна експлуатувати розігрівач із несправною паливною арматурою.

Вимоги безпеки під час використання розігрівачів на газу з пальниками кругового типу:

- після відкриття вентилів на балонах і газовитратній колонці потрібно перевірити тиск газу;
- працівник повинен перебувати з підвітряного боку під час запалення пальника та розігріву випромінювача;
- не можна допускати проскакування та вібрації полум'я в пальниках;
- під час виявлення несправностей потрібно припинити подачу газу та перекрити вентиль;

Заборони під час експлуатації розігрівачів:

- не можна залишати розігрівач без нагляду;
- не можна працювати, якщо полум'я просочується на форсунку;
- не можна тримати поблизу розігрівача легкозаймисті матеріали;
- не можна проводити ремонт та регулювання розігрівача під час його роботи.

Дії у разі виникнення пожежі:

- негайно перекрити магістральний і балонний вентилі;
- прибрати з зони пожежі людей і легкозаймисті матеріали;
- загасити пожежу вогнегасником або піском.

4.8 Машини і механізми для будівництва жорсткого дорожнього одягу

Будівництво верхнього цементно-бетоннобетонного полотна є одним з найважливіших етапів будівництва автомагістралей, мостів і інших інженерних споруд. Воно включає в себе такі роботи, як:

- укладання основи під бетонне полотно;
- укладання бетону;
- вирівнювання бетонного полотна;
- укладання дорожнього одягу.

Укладання основи під бетонне полотно

Основа під бетонне полотно може бути виконана з різних матеріалів, таких як:

- ґрунт;
- щебень;
- пісок;

Для укладання основи використовуються такі машини і механізми, як:

– екскаватори – машини, які використовуються для розробки ґрунту та розвантаження матеріалів;



Рисунок 4.1 – Колісний екскаватор

– бульдозери – машини, які використовуються для розрівнювання поверхні ґрунту;



Рисунок 4.2 – Бульдозер

– вантажні автомобілі – машини, які використовуються для транспортування матеріалів;



Рисунок 4.3 – Вантажний автомобіль

Укладання бетонного шару

Укладання бетонного шару здійснюється за допомогою таких машин і механізмів:

– бетонозмішувачі – машини, які змішують цемент, воду, пісок і щебінь для отримання бетонної суміші;



Рисунок 4.4 – Бетонозмішувач

– бетоноукладальники – машини, які укладають бетонну суміш на основу;



Рисунок 4.5 – Бетоноукладальник

- вібраторні плити – машини, які ущільнюють бетонну суміш;



Рисунок 4.6 – Вібраторні плити

Укладання бетону здійснюється за допомогою наступних машин і механізмів:

- бетонозмішувачі – машини, які змішують цемент, воду, пісок і щебінь для отримання бетонної суміші;

- бетоноукладальники – машини, які укладають бетонну суміш на основу;

Вирівнювання бетонного полотна

Вирівнювання бетонного полотна здійснюється за допомогою наступних машин і механізмів:

- бетонорозрівнювачі – машини, які розрівнюють бетонну суміш після укладання;

- вібраторні плити – машини, які ущільнюють бетонну суміш.

Вибір машин і механізмів для будівництва верхнього бетонного полотна залежить від таких факторів, як:

- тип і розміри інженерної споруди;
- обсяг робіт;
- геологічні умови.

Зазвичай, для будівництва верхнього бетонного полотна використовуються машини і механізми, які є високопродуктивними і зручними в експлуатації.

4.9 Небезпечні та шкідливі фактори які виникають на будівництві

Небезпечні та шкідливі фактори, які виникають на будівництві, можна розділити на такі групи:

Фізичні фактори:

- рухливі машини та механізми. Цей фактор є одним з найнебезпечніших на будівництві. Машини та механізми можуть травмувати або вбити працівників, якщо вони будуть використовуватися неправильно або якщо працівники не будуть дотримуватися правил безпеки;

- висота. Будівельні роботи часто виконуються на висоті, що підвищує ризик падіння;

- вибуття ґрунту. Цей фактор виникає при розробці ґрунту та може призвести до обвалів, що загрожує життю та здоров'ю працівників;

- електричний струм. На будівництві часто використовуються електричні прилади та обладнання, тому важливо дотримуватися правил електробезпеки;

- шум. Шум може призвести до зниження слуху та інших проблем зі здоров'ям;

- вібрація. Вібрація може призвести до проблем з опорно-руховим апаратом;

- інфразвук. Інфразвук може призвести до погіршення зору, слуху та інших проблем зі здоров'ям;

Хімічні фактори:

- хімічні речовини. На будівництві використовуються різні хімічні речовини, такі як фарби, лаки, розчинники, пестициди тощо. Ці речовини можуть бути токсичними, канцерогенними та викликати інші проблеми зі здоров'ям;

- пил та аерозолі. Пил та аерозолі можуть викликати алергічні реакції, проблеми з диханням та інші проблеми зі здоров'ям;

Біологічні фактори:

- бактерії та віруси. На будівництві можуть бути присутні бактерії та віруси, які можуть призвести до інфекційних захворювань;

- комахи та гризуни. Комахи та гризуни можуть бути переносниками інфекційних захворювань.

Психофізіологічні фактори:

- напруженість праці. Будівельні роботи часто є важкими та трудомісткими, що може призвести до перевтоми та інших проблем зі здоров'ям;

- несприятливі умови праці. На будівництві можуть бути несприятливі умови праці, такі як низькі температури, підвищена вологість тощо;

- відсутність мотивації. Відсутність мотивації може призвести до зниження продуктивності праці та збільшення ризику нещасних випадків;

Для захисту працівників від небезпечних та шкідливих факторів на будівництві необхідно дотримуватися таких заходів:

- забезпечити безпечну організацію робіт. Роботи повинні виконуватися відповідно до проектної документації та з урахуванням вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

- забезпечити безпечний стан машин, механізмів та обладнання. Машини, механізми та обладнання повинні бути в технічно справному стані та відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці;

- забезпечити безпечні умови праці на робочих місцях. Робочі місця повинні бути обладнані відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

- забезпечити працівників засобами індивідуального захисту. Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до їхніх посадових обов'язків;

- провести навчання та перевірку знань працівників з питань охорони праці. Працівники повинні бути навчені та перевірені знаннями з питань охорони праці відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

4.10 Нормативно-правові акти

Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 року № 2694-XII (зі змінами та доповненнями).

Положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці працівників підприємств, установ, організацій, затверджене наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 23 лютого 2019 року № 230.

Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 09 липня 2009 року № 63 (зі змінами та доповненнями).

Правила охорони праці при експлуатації автомобільних доріг, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 12 серпня 2009 року № 79 (зі змінами та доповненнями).

4.11 Аварійні ситуації

Аварія – це небезпечна подія техногенного характеру, що створює чи могла створити загрозу життю та здоров'ю працівників або населення, призвела до руйнування або порушення роботи машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки.

Аварії поділяються на три категорії:

- аварія першої категорії – це аварія, яка відповідно до Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями відноситься до надзвичайної ситуації державного рівня;

- аварія другої категорії – це аварія, яка відповідно до Порядку класифікації надзвичайних ситуацій відноситься до надзвичайної ситуації регіонального або місцевого рівнів;

- аварія третьої категорії – це аварія, яка не відноситься до аварії першої чи другої категорій і відповідно до Порядку класифікації надзвичайних ситуацій відноситься до надзвичайної ситуації об'єктового рівня.

Розслідування аварій проводиться відповідно до Порядку розслідування нещасних випадків, професійних захворювань, аварій та виробничого травматизму.

Розслідування аварії, під час якої сталися нещасні випадки та/або гострі професійні захворювання (отруєння), проводиться Держпраці, у тому числі за спеціальним рішенням Кабінету Міністрів України, з урахуванням вимог цього Порядку.

Розслідування аварії, під час якої не сталося нещасних випадків та/або гострих професійних захворювань (отруєнь), проводиться відповідними комісіями, які утворюються та очолюються представниками:

- у разі настання аварії першої категорії – центрального органу виконавчої влади, до сфери управління якого належить підприємство (установа, організація), чи місцевою держадміністрацією (у разі відсутності такого органу);
- у разі настання аварії другої категорії – органом управління чи наглядовою радою підприємства (установи, організації) або місцевою держадміністрацією (у разі відсутності такого органу);
- у разі настання аварії, яка не відноситься до аварії першої чи другої категорій, а також випадків порушення технологічних процесів – роботодавця.

До складу комісій з розслідування аварій, під час яких не сталося нещасних випадків та/або гострих професійних захворювань (отруєнь), входять представники ДСНС і Держпраці (за згодою).

У разі коли аварія сталася через проектні недоробки або конструктивні недоліки устаткування, для участі в роботі комісії з розслідування аварії залучаються представники підприємства (установи, організації) – розробника такого устаткування.

У ході розслідування комісія з розслідування аварії:

- визначає масштаб аварії;
- визначає необхідність утворення експертної комісії;

- встановлює факти порушення вимог законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці;
- встановлює осіб, дії або бездіяльність яких призвели до виникнення аварії;
- розробляє план заходів щодо ліквідації наслідків і запобігання подібним аваріям;
- надає інформацію про відповідність встановленим вимогам нехарчової продукції, під час використання (експлуатації) якої сталася аварія або використання (експлуатація) якої могло стати причиною аварії (однією з причин).

Комісія з розслідування аварії зобов'язана протягом 20 робочих днів провести розслідування обставин і причин аварії та скласти акт за формою Н-1.

За результатами розслідування аварії та на підставі висновків відповідної комісії роботодавець зобов'язаний:

- проаналізувати причини виникнення аварії;
- розробити та наказом затвердити план заходів щодо запобігання виникненню подібних аварій у зазначений в акті спеціального розслідування нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання (отруєння), аварії строк;
- згідно із законодавством притягнути до відповідальності працівників за порушення вимог законодавства про охорону праці.

Роботодавець згідно з вимогами законодавства у сфері цивільного захисту та про охорону праці затверджує:

- план заходів щодо запобігання виникненню аварій;
- план локалізації та ліквідації аварій.

4.12 Дії працівників в аварійних ситуаціях на будівництві

Будівництво є одним з найнебезпечніших видів робіт. Аварії на будівельних майданчиках можуть призвести до травм, смерті працівників, а також до значних матеріальних збитків.

Щоб мінімізувати ризик виникнення аварій на будівництві, необхідно дотримуватися всіх вимог безпеки праці. Однак, навіть при дотриманні всіх правил, аварії можуть статися. У таких випадках працівники повинні знати, як діяти, щоб захистити себе і інших.

Дії працівників в аварійних ситуаціях на будівництві можна розділити на кілька етапів:

Негайні дії;

Перші секунди після виникнення аварії є критичними. Працівники повинні негайно вжити заходів для захисту себе і інших.;

- якщо сталося падіння будівельних матеріалів або конструкцій, необхідно негайно відійти в безпечне місце;

- якщо виникла пожежа, необхідно негайно повідомити про це керівнику робіт і почати евакуацію людей;

- якщо сталося ураження електричним струмом, необхідно негайно відключити електроживлення;

- якщо сталася хімічна аварія, необхідно негайно повідомити про це керівнику робіт і почати евакуацію людей;

Здійснення заходів щодо локалізації аварії:

Після того, як працівники вжили заходів для захисту себе і інших, необхідно приступити до локалізації аварії:

- якщо сталося падіння будівельних матеріалів або конструкцій, необхідно за допомогою спеціальних засобів перекрити доступ до небезпечної зони;

- якщо виникла пожежа, необхідно використовувати засоби пожежогасіння для її гасіння;

- якщо сталося ураження електричним струмом, необхідно ліквідувати несправність, яка призвела до аварії;

- якщо сталася хімічна аварія, необхідно використовувати засоби захисту органів дихання та шкіри для ліквідації аварії.

Надання першої допомоги постраждалим

Якщо в результаті аварії є постраждалі, необхідно негайно надати їм першу допомогу:

- якщо постраждалий непритомний, необхідно покласти його на спину і перевірити дихання;
- якщо постраждалий не дихає, необхідно почати проведення штучного дихання;
- якщо у постраждалого зупинилося серце, необхідно почати проведення непрямого масажу серця;

Допомога працівникам аварійно-рятувальних служб

Після того, як аварія локалізована, необхідно надати допомогу працівникам аварійно-рятувальних служб, які прибули для її ліквідації:

- необхідно вказати працівникам аварійно-рятувальних служб місце аварії;
- необхідно надати працівникам аварійно-рятувальних служб необхідну інформацію про аварію;

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В магістерській роботі розглянуто наукові праці українських та закордонних авторів по зазначеній проблематиці. Також проведено аналіз нормативної документації та розглянуто норми проектування автомобільної дороги III категорії з цементобетонним покриттям.

Виконано проект капітального ремонту автомобільної дороги місцевого значення О151124 Миколаїв – Станіслав – Херсон. При розробці проекту виконано капітальний ремонт дорожнього одягу, а саме повна заміна конструкції, оскільки існуюча цементобетонна конструкція дорожнього одягу не підлягає подальшому застосуванню; також доведено до нормативних значень параметри поперечного та поздовжнього профілів; облаштовано зупинки громадського транспорту із заїзними кишнями; розроблено проект організації дорожнього руху.

Діаграма (рис. 3.1) показує, що в середньостроковій перспективі при поточному утриманні найдешевшим варіантом виконання робіт є використання поверхневої обробки. Але, оскільки різниця акумуляційних витрат між використанням поверхневої обробки та ЛЕМС складає менше 5%, то ці варіанти є тотожними. При подальшій експлуатації автомобільної дороги після проектних 20-ти років виникає необхідність виконання капітального ремонту або реконструкції ділянки автомобільної дороги. Якщо в подальшому необхідно виконати капітальний ремонт без змін параметрів поперечного профілю автомобільної дороги, то рекомендовано виконати ремонт укочуваним бетоном для збільшення ресурсу служби автомобільної дороги. При умові, що надалі необхідна реконструкція, то варіант з укочуваним бетоном не може розглядатись, оскільки він не є видом покриття, що застосовний при даному виді будівництва.

Надалі розглянуто порівняння двох тотожних варіантів (рис. 3.2), при якому встановлено, що відхилення по вартості виконання кожного з робіт не перевищує 5%. Тому розглянуто також порівняння цих двох варіантів зі звичайною

експлуатацією, при якому, як правило, виконують аварійні ремонти окремих ділянок. З діаграми видно, що вартість звичайної експлуатації є вищою, але від загальної суми акумуляційних витрат це становить всього більше на 2,2%. В грошовому еквіваленті це становить близько 2,7 млн грн, що є суттєвою економією. Окрім цього, при виконанні поточного ремонту за допомогою ЛЕМС або поверхневої обробки, отримується однорідна рівна поверхня, що є суттєвою перевагою перед звичайним аварійним ремонтом, при якому поверхня, як правило, стає горбистою, а покриття неоднорідним.

В магістерській роботі також розглянуто питання охорони праці вимоги безпеки під час улаштування дорожнього покриття. Улаштування жорсткого дорожнього покриття є складним і небезпечним видом робіт. Недотримання вимог безпеки під час виконання цих робіт може призвести до нещасних випадків, травм і навіть смерті працівників. Перед початком робіт необхідно розробити проект виконання робіт, який повинен включати в себе заходи щодо забезпечення безпеки праці. Проект повинен бути узгоджений з відповідними органами та затверджений керівником робіт. Робочі повинні пройти навчання з питань охорони праці відповідно до вимог нормативно-правових актів. Навчання повинно проводитися спеціалізованими навчальними закладами або досвідченими працівниками, які мають відповідну кваліфікацію. Робоче місце повинно бути очищене від сміття, будівельного сміття та інших небезпечних предметів, які можуть призвести до травмування працівників. Небезпечні зони, такі як ями, котловани та відкриті електричні кабелі, повинні бути огорожені для запобігання падіння працівників або потрапляння їх під напругу. На робочому місці повинні бути встановлені попереджувальні знаки та сигнали, які попереджують працівників про небезпеку. Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, такими як каски, спецодяг, рукавички, взуття тощо.

Улаштування дорожнього покриття є складним і небезпечним видом робіт, тому дотримання вимог безпеки під час виконання цих робіт є обов'язковим. Дотримання таких вимог, як розробка проекту виконання робіт, навчання

працівників з питань охорони праці, очищення робочого місця від сміття та інших небезпечних предметів, огороження небезпечних зон, встановлення попереджувальних знаків та сигналів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, допоможе запобігти нещасним випадкам і захистити життя та здоров'я працівників.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

убик О. М. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ РЕМОНТУ ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ // Airport Planning, Construction and Maintenance Journal // Національний авіаційний університет / м. Київ – Вип. 1, 2023 С. 25-32.

изима С.С., Лихоступ М.М., СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ІЗ ЦЕМЕНТОБЕТОННИМ ПОКРИТТЯМ // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво./ м. Київ - Вип. 99, 2017 - С. 77-89.

асиль Нагайчук, Борис Радовський Світовий досвід і сучасні підходи до використання цементобетонного покриття // Дороги і мости. – 2020. – Вип. 21. – С. 188-200. [українською мовою].

aroiu, Nicusor & Beznea, Elena & Guțu, Daniela & Teodor, Virgil. STATIC [Електронний ресурс] / TENNOMUS -New Technologies and Products in Machine M

а

алабух Я. А., Марущак У. Д., Бідось В. М. Національний університет «Львівська політехніка» // ПРОЄКТУВАННЯ СКЛАДІВ ДОРОЖНІХ УКОЧУВАНИХ БЕТОНІВ / Вісник ХНАДУ, м. Харків Вип. 92, 2021, т. 2 С. 12-16.

амеляк І.П. 1, Райковський В.Ф. Національний транспортний університет, 2 ДП «ДерждорНДі» // ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ ПРИ РЕМОНТІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ІСНУЮЧИХ ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ, ЗРУЙНОВАНИХ ВІБРОРЕЗОНАНСНИМ МЕТОДОМ НА СЛАБКІХ ОСНОВАХ Вісник ХНАДУ, м. Харків Вип. 92, 2021, т. 2 С. 17-23.

hao Zhiqin, Ma Qingna, Xu Qian³, Sun Feng A review: Fast Repair Technology of Cement concrete pavement // College of Filed Engineering, Army Engineering University of PLA, Nan Jing, Jiangsu, 210000, China, 2019, С.1-4.

В. Левківська, С.А. Левківський, АНАЛІЗ МЕТОДІВ БУДІВНИЦТВА ДОРІГ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ЖОРСТКОГО ТИПУ // АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО / С. 106-109.

h

n

нищенко А.М., Худолій С.М., Чиженко Н.П., ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ РОЗТАШУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЦЕМЕТОБЕТОННЕ ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ Національний транспортний університет, м. Київ, Вип. 46 ,2020, т. 1 С.237-252.

нищенко А. М., Чиженко Н. П., ОЦІНКА ДОВГОВІЧНОСТІ ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Національний транспортний університет, м. Київ, Вип. 22, 2020, С. 138-148.

БН В 2.3-4:2015 Автомобільні дороги.

14. ГБН В.2.3-37641918-557:2016 Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування.

СТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія Наказ від 16.12.2010 № 511 ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК).

СТУ Б Д.2.2-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи.

БН В.1.1-12-2014 «Будівництво у сейсмічних районах України».

БН В.1.1-24-2009 «Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення».

БН В.2.3-37641918-557:2016 Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування.

ТР 42.1-37641918-419:2017 Типовий технологічний регламент на приготування щебенево-піщаних сумішей, оброблених комплексним бітумомінеральним в'язучим.

ДСТУ XXXX:20XX Настанова з улаштування шарів дорожнього одягу з використанням цементобетонних сумішей укочуваних (проект. Допрацьована перша редакція).

ДСТУ 2587:2010 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування.

ДСТУ 4100:2014 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.

ДСТУ Б В.2.3-12:2004 Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови. Зміна №1.

ДБН В.1.3-2: 2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Зі Зміною №1.

ДСТУ 9124 :2021 Засоби індивідуального захисту. Щити протиударні. Загальні технічні умови.

ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова.

БН В.2.3-37641918-544:2014 Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги

ДСТУ 7168 :2010 Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні тимчасові. Загальні технічні умови.

ДСТУ 8749 :2017 Безпека дорожнього руху. Огородження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт.

ДСТУ Б В.2.7-129 :2013 Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови.

ДСТУ en 13808 Бітум та бітумні в'язучі. Структура технічних вимог до катіонних бітумних емульсій (EN 13808:2013, IDT).

ДСТУ iso/iec 17050-1 :2006 Оцінка відповідності. Декларація постачальника про відповідність. Частина 1. Загальні вимоги (ISO/IEC 17050-1:2004, IDT).

ДСТУ 4044 :2019 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови.

ДСТУ Б В.2.7-135 :2014 Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови.

ГОСТ 11955 Нафтові дорожні рідкі бітуми. Технічні умови.

МР В.2.3-03450778-847:2014 Методичні рекомендації з техніко-економічного порівняння конструкцій дорожнього одягу різного типу.

НПАОП 63.21-1.01-09. Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг.

ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.

ДОДАТОК А

Креслення планів та профілів

