

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 автомобільної дороги місцевого значення з обґрунтуванням вибору дорожнього одягу об'їзної дороги припортового міста

за освітньою програмою: Автомобільні дороги

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

Виконав:

студентка групи: ДА 2227




(підпис студента)

Ольга ПОНОМАРЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

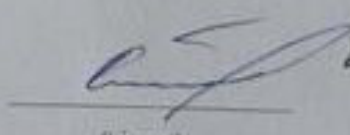


(підпис)

Ст. викл. Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:



(підпис)

Доцент Сергій БАЙДАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент



(підпис)

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 автомобільної дороги місцевого значення з обґрунтуванням вибору дорожнього одягу об'їзної дороги припортового міста

за освітньою програмою: Автомобільні дороги

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

Виконав:

студентка групи: ДА 2227

Ольга ПОНОМАРЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис студента)

Керівник:

Ст. викл. Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Нормоконтролер:

Доцент Сергій БАЙДАК

(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

«Construction, Architecture and Infrastructure»

(faculty)

Transport Infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis

magistr

(higher education degree)

on the topic: Major repair of a local road with justification for the selection of road covering for the bypass road of the seaport city

according to educational curriculum: Highways

in the Speciality: 192 Construction and Civil Engineering

Done by the student

of the group: ДА2227
/ Olha Ponomarenko /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Senior teacher Oleg Luzhitsky /

(position, name, surname)

Normative controller:

/ Associate Professor Sergiy Baidak /

(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет науки і технологій

Факультет: Будівництво, архітектура та інфраструктура

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Рівень вищої освіти: Магістр

Освітня програма: Автомобільні дороги

Спеціальність: Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ТЮТКІН

(підпис)

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу _____ магістр
(ступінь вищої освіти)

студенту Пономаренко Ользі Сергіївні

1. Тема роботи: Капітальний ремонт автомобільної дороги місцевого значення з обґрунтуванням вибору дорожнього одягу об'їзної дороги припортового міста

Керівник роботи: Лужицький Олег Федорович, старший викладач

Затверджена наказом від 15 грудня 2023 р. № 1154ст

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

3. Вихідні дані до роботи:

Район проектування – Миколаївська область	Категорія дороги – за розрахунком
Початковий пункт – с. Прибузьке	Кількість смуг руху - 2
Розрахункова швидкість, км/год - 90	Кількість транспортних одиниць: 886 авт/добу

4. Зміст пояснювальної записки:

1 Аналітична частина

Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.
Норми проектування реконструкції плану, поздовжнього профілю та дорожнього одягу автомобільної дороги

2 Основна частина

Проектування капітального ремонту автомобільної дороги О151101 (Миколаїв – Херсон) – Любомирівка – Першотравневе – (Казанка – (Р-47)) км 0+000 – км 11+000, Вітовського району, Миколаївської області.
Технічні рішення з капітального ремонту ділянки автомобільної дороги.
Розробка варіантів дорожнього одягу.

3 Економічна частина

Техніко-економічне порівняння варіантів конструкцій дорожніх одягів

4 Охорона праці

Охорона праці при виконанні дорожніх робіт та дії працівників під час надзвичайних ситуацій

5. Перелік графічного матеріалу: План, поздовжній профіль, поперечні профілі			
6. Консультанти розділів роботи:			
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
2	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
3	Лужицький О.Ф., ст. викл.		
4	Лужицький О.Ф., ст. викл.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

ч.№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.	01.11.2023	10
2	Вимоги і норми проектування плану, профілів автомобільної дороги	15.11.2023	10
3	Проект капітального ремонту автомобільної дороги О151101 (Миколаїв – Херсон) – Любомирівка – Першотравневе – (Казанка – (Р-47)) км 0+000 – км 11+000, Вітовського району, Миколаївської області	30.11.2023	25
4	Розробка варіантів дорожнього одягу	07.12.2023	15
5	Техніко-економічне порівняння варіантів дорожнього одягу. Обґрунтування рекомендованого варіанту	30.12.2023	20
6	Охорона праці	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

Ольга ПОНОМАРЕНКО

(підпис)

Керівник роботи

Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

(рівень освіти)

87 с., 12 рис., 16 табл., 1 додатки, 21 джерело.

Об'єкт дослідження – робота дорожнього одягу в складних умовах об'їзної автомобільної дороги припортового міста на основі проекту автомобільної дороги О151101 (Миколаїв – Херсон) – Любомирівка – Першотравневе – (Казанка – (Р-47)) км 0+000 – км 11+000, Вітовського району, Миколаївської області

Предмет дослідження – робота дорожнього одягу на етапі проектування капітального ремонту автомобільної дороги.

Мета роботи – дослідження роботи дорожнього одягу в складних умовах об'їзної автомобільної дороги припортового міста.

Методи дослідження. У роботі застосовано статистичний і порівняльний аналіз для обґрунтування дорожнього одягу та параметрів плану і профілю. Розрахунки виконувались за програм Excel.

Одержані результати. У магістерській роботі проведено огляд наукових досліджень щодо конструювання дорожнього одягу в складних умовах. Наведено результати розрахунку різних типів дорожнього одягу в умовах руху великовагового транспорту, що рухаються в порти м. Миколаєва. Проаналізовано технічні та економічні аспекти трьох варіантів дорожнього одягу. За результатами виконаних розрахунків наведено рекомендації щодо обґрунтування найбільш раціонального варіанту дорожнього одягу та надана оцінка надійності їхньої роботи.

Ключові слова: план автомобільної дороги, поздовжній профіль, автодорожнє покриття, дорожній одяг, об'їзна автомобільна дорога.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи	9
1.2 Норми проектування плану, поздовжнього профілю та дорожнього одягу автомобільної дороги місцевого значення	13
1.2.1 Загальні положення	14
1.2.2 Класифікація автомобільних доріг	14
1.2.2 Проектування основних елементів автомобільної дороги	14
1.2.2.1 Поперечний профіль	14
1.2.2.2 План і поздовжній профіль	18
1.2.3 Земляне полотно	22
1.2.3.1 Загальні положення	22
1.2.3.2 Земляне полотно в складних інженерно-геологічних умовах	24
1.2.4 Дорожній одяг	26
1.2.4.1 Загальні положення	26
1.2.4.2 Нежорсткий дорожній одяг	29
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	31
2.1 Загальні данні про проектувану ділянку	31
2.2 Короткий опис існуючої ділянки дороги	31
2.3 Технічні рішення для капітального ремонту ділянки дороги	34
2.4 Коротка кліматична характеристика об'єкта проектування	35
2.5 Короткий геологічний опис території проекту	36
2.6 План траси	38
2.7 Поздовжній профіль проектуваної ділянки дороги	40
2.8 Земляне полотно	41
2.9 Розрахунок дорожнього одягу	42
2.10 Штучні споруди	44
2.11 Перехрестя та прилеглі території	44
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	45
3.1 Обґрунтування параметрів конструкції дорожнього одягу об'їзної автомобільної дороги.	45
3.2 Розрахункові варіанти конструкцій	47
3.3 Техніко-економічне порівняння варіантів конструкцій дорожніх одягів	50
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	52
4.1 Загальні заходи охорони праці	52
4.2 Вимоги безпеки до підготовчих робіт	53
4.3 Вимоги безпеки під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг	56
4.3.1 Вимоги безпеки під час виконання будівельних робіт	56

4.3.2	Вимоги безпеки при виконанні робіт з влаштування дорожнього одягу	59
4.3.3	Вимоги безпеки при нанесенні дорожньої розмітки.....	63
4.3.4	Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт	64
4.3.5	Вимоги безпеки при поводженні з токсичними (отруйними) речовинами	65
4.4	Заходи щодо забезпечення безпеки будівельних процесів	67
4.5	Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин	69
4.6	Заходи по пожежній безпеці	71
	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	73
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	74
	ДОДАТОК А.....	77

ВСТУП

Транспорт є одним з основних секторів економіки України, який включає в себе мережу автомобільних доріг з необхідними умовами для задоволення потреб користувачів транспорту в транспортних послугах та розвитку бізнесу.

Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [1] передбачає покращення стану доріг наступними шляхами:

- збільшення кількості проектів з будівництва доріг;
- запровадження незалежної системи управління якістю дорожніх проектів;
- впровадження новітніх технологій дорожнього будівництва
- збільшення пропускної спроможності дорожньої мережі за рахунок

впровадження інтелектуальних транспортних систем.

Згідно зі статистичними даними Державної служби статистики України, у 2020 році вантажні перевезення автомобільним транспортом становитимуть 18,3% від загального обсягу вантажних перевезень, а пасажирські - 33,9%, що на 5,5% більше, ніж залізничним транспортом [2].

Оскільки якість побудованих та відремонтованих доріг є видимою і безпосередньо оцінюється користувачами, дорожники повинні бути добре обізнаними у виборі та застосуванні необхідних матеріалів та методів роботи, враховуючи економічні фактори, а також конкретні погодні та кліматичні умови [3].

Об'їзні дороги є однією з основних можливостей вирішення проблем концентрації дорожньо-транспортних пригод, забруднення навколишнього середовища, заторів міського і транзитного транспорту та економічного зростання промислових міст в сучасних українських містах. За визначенням, об'їзна дорога - це маршрут, який починається в комерційній зоні і проходить через передмістя, залишаючи основні міські магістралі вільними від наскрізних потоків, але об'їзна дорога може бути кільцевою дорогою, яка циркулює вздовж міської межі, або з'єднувальною дорогою між кількома містами або іншими міськими центрами.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи

Розрахунок міцності дорожнього одягу в Україні базуються на дослідженнях українських та закордонних вчених. Їхні праці ґрунтуються на різних типах конструкцій, матеріалах конструкції та методах розрахунку дорожнього одягу, що дає можливість всебічно розглянути проблематику конструювання та роботи покриття. Серед українських вчених це: Гамеляк І. П., Карафізі Л. М., Кірічек Ю. О, Балашова Ю. Б., Павленко Н. В., Кірічек Ю. О, Балашова Ю. Б. та інші. Також були розглянуті роботи іноземних авторів.

Аналіз робіт сучасних вчених. В роботі Кривобок О. В. та Биковець М. М. [1] досліджено переваги та недоліки використання цементобетону в дорожньому будівництві, проведено розрахунки зносу жорсткості доріг, обрано спрямовані склади, проведено лабораторні дослідження фізико-механічних показників цементобетону. Економічний фактор при будівництві та утриманні автомобільних доріг є одним із важливих критеріїв при виборі типу покриття. Враховуючи нинішні ціни на асфальт в Україні, влаштування твердого дорожнього покриття вважається економічно раціональним навіть у післявоєнній Україні.

Закордонні вчені в роботі [2] розглядають питання влаштування службової дороги аеропорту між старим та новим терміналами. Для проектування службової дороги використовується метод аналізу компонентів, який посиляється на розрахунки згідно зі стандартом SNI-1731-1989-F для визначення ширини службової дороги згідно з потребами, що передбачаються. Потім визначається товщина дорожнього одягу і необхідна міцність покриття на час планування. Також визначається вартість, яка необхідна для будівництва службової дороги в аеропорту Х. Хасана Ароєбосмана в Енде. Ціна за одиницю роботи, що вказано авторами, визначається згідно зі стандартами SNI і PM 78 від 2014 року.

У науковій статті [3] Т. А. Терещенко та С. І. Ілляш вивчають стандартні

методи випробування дорожнього покриття під навантаженням, які широко використовуються для оцінки стану конструкцій на стадіях будівництва, експлуатації та передпроектного обстеження. Ці методи класифікуються на випробування статичним навантаженням, випробування циклічним навантаженням і випробування ударним навантаженням залежно від типу прикладеного навантаження. У цій статті об'єднано досвід у сфері дорожнього будівництва в усьому світі для аналізу та огляду стандартних методів навантажувального випробування дорожнього захисного одягу та зроблено висновки щодо доцільності впровадження відповідних стандартів в Україні, метою яких є доповнення класифікації встановлених методів тестування та покращення якості удосконалення вимог до процедур випробувань і вдосконалення системи управління умовами дорожнього одягу.

Стаття [4] присвячена дослідженню можливості ініціації початкових умов в моделі дорожнього покриття для теплового аналізу з врахуванням нестационарної теплопередачі. Процедура передбачає проведення обчислень протягом достатньо тривалого періоду ініціації для отримання початкового розподілу температур, який може служити основою для подальших аналізів теплопередачі. Основна частина статті присвячена представленню числового експерименту, проведеного для чотирьох конфігурацій параметрів у моделі теплопередачі в багатошаровій системі, що представляє дорожнє покриття. Кожна конфігурація параметрів відповідає різній структурі дорожнього покриття (дві моделі гнучких покриттів і дві моделі покриттів з базовим шаром з пінобетону). Обчислення були виконані для трьох різних амплітуд синусоїдальної функції, яка описує зміну температури в часі і визначається як гранична умова в моделі покриття. Числовий експеримент був доповнений обчисленнями, проведеними для однієї обраної конфігурації параметрів моделі, але з використанням граничної умови, заснованої на значеннях, зареєстрованих датчиком, встановленим в реальному дорожньому покритті. Аналіз отриманих результатів підтвердив, що представлений метод аналізу нестационарної теплопередачі дозволяє ініціювати початкові умови у рівнянні теплопередачі.

Українськими фахівцями в роботі [5] досліджувалось асфальтобетонне покриття для автомобільних мостів. Термін служби покриття, що залишився, оцінювався з урахуванням спільного впливу температури навколишнього середовища та транспортного засобу. Виявлено ряд негативних факторів, які впливають на скорочення терміну служби (залишкового ресурсу) мостових асфальтобетонних покриттів. Наприклад: модуль пружності залізобетонного шару основи і асфальтобетонного покриття різний, а також коефіцієнт лінійного теплового розширення. До негативних факторів також відносяться навантаження від коліс автомобіля, коливання температури, поперемінне замерзання і відтавання води в порах і пошкоджених місцях. Встановлено, що однією з причин зниження залишкового ресурсу асфальтобетонного покриття залізобетонних дорожніх мостів є недостатня вивченість і застосування полімерів для спеціального контролю властивостей асфальтобетону. При оцінці тріщиностійкості асфальтобетонних покриттів на залізобетонних автомобільних мостах врахування спільного впливу температури та транспортування дозволяє забезпечити більш об'єктивну оцінку залишкових ресурсів дорожнього покриття та терміну його служби. Влаштування асфальтобетонного покриття з покращеними властивостями за рахунок полімерного латексу продовжить термін його служби. Це призведе до скорочення витрат на ремонт та обслуговування не лише асфальтобетонного покриття, а й автодорожніх мостів у цілому.

Вченими в роботі [6] вивчалось питання цементобетонного покриття, в якому встановили ряд недоліків, серед яких низька міцність на розтяг, погані жорсткість і швидкий розвиток тріщин під час експлуатації, що суттєво негативно впливає на безпеку та тривалість бетонного дорожнього покриття. У цій статті [6] наводиться огляд сучасних механізмів покращення жорсткості та методів оцінки цементного бетону для дорожнього покриття. Огляд вказує на те, що властивості матеріалу бетону залежать від його складу та внутрішньої структури. Розмір агрегатів, властивості цементу та добавки - це основні фактори жорсткості бетону. Введення гуми або волокон в бетон покриття покращує його жорсткість. Однак ці добавки повинні знаходитися в розумних межах.

Заохочується, щоб кількість гуми та волокон не перевищувала 30% об'єму дрібних складових та 2% об'єму бетону відповідно. Жорсткість матеріалу бетону для доріг включає в себе жорсткість при згині, ударі та руйнуванні. Зазвичай жорсткість цементобетону для шосе та міських доріг оцінюється згинанням та жорсткістю руйнування, тоді як у випадку бетону для аеродромів більше уваги приділяється жорсткості при ударі. Заходи по жорсткості цементного бетону для дорожнього покриття включають в себе введення гуми чи волокон, але ці матеріали мають свої недоліки, і використання високожорсткого цементного бетону на практиці стикається з багатьма викликами. Синергетичний ефект гуми та волокон, розробка та застосування нових гнучких добавок та формулювання показників жорсткості матеріалів цементного бетону для доріг потребують подальших досліджень.

В науковій статті [7] українськими вченими вивчалось питання прогнозування довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг від дії транспортних засобів. При проектуванні дорожнього покриття необхідно визначити запас міцності, необхідний матеріалам шару для витримування різних навантажень, виходячи з інтенсивності руху, конфігурації та розподілу транспортного потоку по ширині дороги та терміну служби і від потенціалу матеріалу опору до втоми пошкодженню. Розроблено метод прогнозування довговічності на основі впливу автотранспортного засобу для цементобетонного покриття на дорогах. На підставі наведених вище теоретичних досліджень запропоновано визначити ступінь пошкодження конструкції цементобетонних покриттів внаслідок дії автотранспортних засобів. Для прогнозування довговічності цементобетонного дорожнього покриття від поведінки транспортного засобу запропоновано аналітичну залежність загального обсягу руху, визначеного за методикою ГБН В.2.3-37641918-557, та максимально допустимого розрахункового навантаження, здатного витримувати цементобетонним покриттям дію горизонтальних розтягуючих напруг при згині.

У роботі [8] науковцями університету виконаний аналіз різноманітних типів дорожніх покриттів, враховуючи асфальтобетон, цементобетон і бруківку, щоб

визначити найкращий варіант для конкретного проекту на основі критеріїв продуктивності, довговічності, економічних показників та впливу на навколишнє середовище. Ця методика дозволяє підбирати будівельні матеріали та раціональні способи будівництва з урахуванням погодних умов, кліматичних та економічних факторів, що впливають на показники якості дорожнього покриття та зносостійкості. Використання методу аналізу ієрархій (МАІ) надає можливість оцінювати варіанти дорожнього покриття враховуючи важливість різноманітних критеріїв. Цей процес передбачає створення ієрархії критеріїв, оцінку їх важливості, виконання попарного порівняльного аналізу, обчислення вагових коефіцієнтів та оцінку альтернатив. На основі цього аналізу обирається найкращий варіант дорожнього одягу для конкретного проекту чи завдання. На даному етапі вирішення задачі порівняння дорожньої конструкції враховуються десять основних вимог і три широко використовувані види покриття (асфальтобетон, цементобетон і бруківка). Зважаючи на результат комплексного аналізу різних типів дорожніх покриттів було визначено найбільш прийнятний варіант для конкретного проекту за критеріями продуктивності, тривалості, вартості та впливу на навколишнє середовище. Використовується науковий підхід до вибору конструкції дорожнього одягу та раціональних методів його будівництва з урахуванням погодних умов, клімату та економічних факторів, що впливають на якість покриття та показники зносостійкості. Різні критерії для визначення найкращого варіанту мощення для конкретного проекту чи завдання. Бізнес-модель включає етапи проектування та виконання будівельних робіт і передбачає комплекс дій для створення, розвитку та ефективного функціонування промислового підприємства. Обираючи оптимальний склад дорожнього покриття, промислові підприємства можуть отримати прибуток в найкоротші терміни з мінімальними інвестиціями.

1.2 Норми проектування плану, поздовжнього профілю та дорожнього одягу автомобільної дороги місцевого значення

Під час проектування автомобільної дороги були використані основні нормативні документи такі як [9], [10], [11], [12.] [13].

1.2.1 Загальні положення

У прийнятому проектному рішенні повинні бути визначені заходи щодо забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху, у тому числі пішоходів на пішохідних переходах, у період будівництва та щодо забезпечення відповідності споживчих характеристик автомобільної дороги та її окремих елементів вимогам нормативного документа в міжремонтний період. При проектуванні автомобільних доріг, які проходять через складні ґрунтові або гідрогеологічні умови, сейсмонебезпечні райони, експлуатуються в умовах, відмінних від зазначених у нормативному документі, або в інших обґрунтованих випадках слід передбачати дослідження стану таких доріг на стадії експлуатації з метою визначення основних параметрів у часі.

1.2.2 Класифікація автомобільних доріг

Автомобільні дороги загального користування класифікуються за ступенем важливості відповідно до закону [7].

Технічна класифікація автомобільних доріг за розрахунковою середньодобовою очікуваною інтенсивністю руху наведена в Таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Технічна класифікація автомобільних доріг

Категорія дороги	Розрахункова перспектива інтенсивність руху, авт/доб	
	У транспортних одиницях	У приведених одиницях до легкового автомобіля
I-а, I-б	Понад 10000	Понад 14000
II	Від 3000 до 10000	Від 5000 до 14000
III	Від 1000 до 3000	Від 2500 до 5000
IV	Від 150 до 1000	Від 300 до 2500
V	До 150	До 300

1.2.2 Проектування основних елементів автомобільної дороги

1.2.2.1 Поперечний профіль

Основні параметри геометрії поперечного перерізу дороги слід призначати відповідно до її категорії, згідно з таблицею 1.2; трисмугові дороги слід

проекувати відповідно до вимог національних стандартів. При відповідному техніко-економічному обґрунтуванні параметри дороги можуть бути збільшені. Ширина об'їзної дороги повинна бути достатньою для розміщення тимчасових швидкісних смуг для лівого повороту, надземних пішохідних переходів, опор мостів тощо. Якщо відстань між такими місцями менше 0,5 км, ширину розділювальної смуги не слід зменшувати до параметрів, зазначених у Таблиці 1.3, а за відповідного обґрунтування довжина такої смуги може бути збільшена.

Таблиця 1.2-параметри поперечного профілю автомобільних доріг

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

Кількість смуг руху на дорогах I категорії розподіляється відповідно до таблиці 1.3, залежно від середньорічної та добової інтенсивності руху та рельєфу місцевості.

Таблиця 1.3- Кількість смуг руху залежно від інтенсивності руху

Рельєф місцевості	Інтенсивність руху, приведена од/доб	Кількість смуг
Рівнинний та горбистий	До 40000	4
	Від 40000 до 80000	6
	Понад 80000	8
Гірський	До 34000	4
	Від 34000 до 70000	6
	Понад 70000	8

На прямих ділянках доріг усіх категорій проїзну частину слід проектувати з двосхилим поперечним профілем.

При поетапному проектуванні проїзної частини, коли на першому етапі будується один коридор, проїзну частину слід влаштовувати з односхилим поперечним профілем; при реконструкції автомобільної дороги категорії І-б допускається збереження похилого поперечного профілю вздовж існуючої проїзної частини, якщо на те є відповідні підстави і необхідне водовідведення з проїзної частини та розділювальної смуги. Нижче наведені деякі з вимог до будівництва проїзної частини.

Поперечний ухил проїжджої частини визначається відповідно до матеріалу покриття, за винятком ділянок, на яких розміщені криві. Для доріг з асфальтобетонним або цементобетонним покриттям поперечний ухил проїзної частини повинен становити 25‰, для гравійного або щебеневого покриття - від 25‰ до 30‰, а для покриттів із ґрунту або місцевих матеріалів, укріплених в'язучими матеріалами - від 25‰ до 30‰.

Поперечний ухил узбіччя повинен бути більшим за поперечний ухил проїжджої частини. Залежно від типу укріплення узбіччя, поперечний ухил повинен бути наступним:

- від -30‰ до 40‰ - армовані в'язучим
- від 40 до 60 відсотків - укріплені гравієм, щебенем
- від 50 до 60 відсотків - укріплений травопосівом або дерном;

Якщо узбіччя укріплене бітумним або цементобетонним покриттям,

поперечний ухил узбіччя приймається таким же, як і поперечний ухил проїзної частини.

Перехід від двосхилого до односхилого профілю проїзної частини на повороті повинен здійснюватися в межах перехідної кривої, або, якщо на прилеглий прямій ділянці немає перехідної кривої, на ділянці, що дорівнює довжині перехідної кривої. Як правило, повороти на дорогах групи 1 слід проектувати з окремими поперечними ухилами для проїзної частини в різних напрямках, а водовідвідні споруди повинні розташовуватися в розділювальній зоні. Якщо на зовнішньому узбіччі немає дорожніх огорожень групи I, поперечний ухил зовнішнього узбіччя на згині повинен бути таким самим, як і поперечний ухил проїзної частини на згині. За наявності бар'єрного огороження групи I або тросового огороження, ухил узбіччя може бути таким самим, як і на прямій ділянці. Внутрішній ухил узбіччя не повинен бути меншим за ухил кривої. Перехід від двосхилого ухилу узбіччя до ухилу проїзної частини повинен відбуватися на ділянці за 20 м до початку кривої.

Додатковий поздовжній ухил зовнішнього краю проїзної частини відносно розрахункового поздовжнього ухилу заокруглення не повинен перевищувати для доріг

- I-II категорії - 5‰;
- III-IV категорії в рівнинній місцевості - 10‰; та
- IV-V категорій у гірській та горбистій місцевості - 20‰.

При радіусі кривої менше 750 м проїжджу частину розширюють за рахунок узбіччя або підвищують нижній рівень земляного полотна.

Значення для розширення однієї смуги руху на всю ширину наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Розширення однієї смуги руху на горизонтальних кривих.

Радіуси кривих, м	551-750	401-550	301-400	201-300	151-200	91-150	30-90
Величина розширення, м	0,2	0,25	0,3	0,35	0,5	0,6	0,7

Там, де є дві або більше смуг руху в одному напрямку, розширення здійснюється тільки на двох крайніх смугах. Тимчасові смуги не розширюються.

Якщо ширина придорожньої смуги недостатня для розміщення розширеної проїзної частини, необхідно розширити відповідний нижній рівень. Розширення проїзної частини повинно здійснюватися пропорційно її довжині від початку перехідно-швидкісної смуги таким чином, щоб повне розширення було досягнуто перед початком кривої.

Ширину проїзної частини в межах увігнутих кривих поздовжнього профілю, що з'єднують ділянки, на яких алгебраїчна різниця протилежних ухилів перевищує 60%, необхідно збільшувати на 0,5 м з кожного боку узбіччя для доріг II-III категорій і на 0,25 м для доріг IV-V категорій порівняно з критеріями, наведеними в таблиці 2.

Довжина розширеної проїзної частини на вертикальній увігнутій кривій на дорогах II-III категорій та на дорогах IV-V категорій повинна становити 100 м та 50 м відповідно. Перехід на розширену проїзну частину слід передбачати на ділянках довжиною 25 м для доріг II-III категорій і 15 м для доріг IV-V категорій.

У гірських районах, у цінних виробничих зонах, на ділянках системи автомагістралей або на ділянках з додатковими смугами для підйому ширина узбіччя може бути зменшена до 1,5 м для доріг I-II категорій і до 1 м для доріг III-V категорій.

1.2.2.2 План і поздовжній профіль

Як правило, траси автомобільних доріг слід проектувати у вигляді плавних ліній у просторі, з взаємоузгодженням елементів планування, поздовжніх і поперечних перерізів, з урахуванням навколишнього ландшафту та оцінкою їх

впливу на умови руху і візуальне сприйняття дороги.

Проектування планів і поздовжніх розрізів дороги повинно ґрунтуватися на інтенсивності руху та умовах забезпечення безпеки і комфорту руху, з урахуванням можливості реконструкції дороги після закінчення проектного періоду.

Для планувальних і поздовжніх елементів основні параметри визначаються наступним чином

- Поздовжній ухил - до 30‰;
- Відстань видимості в місцях зупинок транспортних засобів - не менше 450 м; та
- Радіус кривих на дорозі - більше 3000 м;
- Радіус опуклих кривих у поздовжньому профілі - понад 70000 м;
- Радіус увігнутих кривих у поздовжньому профілі - понад 8000 м;
- Довжина опуклих кривих у поздовжньому профілі - понад 300 м;
- Довжина увігнутих кривих у поздовжньому перерізі > 100 м;

У випадках, коли умови рельєфу або інші місцеві умови унеможливають дотримання вимог, або коли їх виконання потребує значних робіт і витрат на будівництво, допускається зменшення нормативних параметрів до гранично допустимих параметрів, визначених за проектом і розрахунковою швидкістю згідно з таблицею 1.5.

Таблиця 1.5-Проектні та розрахункові швидкості

Найменування елементів	Параметри залежно від розрахункових швидкостей, км/год										
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
Найбільший поздовжній похил, %	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100
Найменший радіус кривої у плані, м	1000	800	700	600	450	300	225	150	100	65	30
Найменший радіус кривої у профілі, м: -опуклої	15000	12000	11000	10000	9000	8500	5500	3500	2000	1000	500
-увігнутої	4400	3700	3200	2600	2100	1700	1300	1000	700	500	300
Найменша відстань видимості, м: -для зупинки автомобіля	335	290	250	210	175	145	115	90	70	50	35
-зустрічного автомобіля	-	-	-	-	320	270	220	180	150	120	-

Максимальний поздовжній градієнт на пологих кривих радіусом 50 м або менше повинен бути зменшений на значення, наведені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6- Зменшення поздовжніх похилів автомобільних доріг на кривих у плані.

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

При проектуванні доріг I категорії на незалежних земляних полотнах для різних напрямків руху поздовжній ухил на спуску може бути більшим за ухил на підйомі, але не може перевищувати 20%.

На ділянках доріг у гірській місцевості допускаються поздовжні похили на підйомі понад 60‰ з вимогою влаштування майданчиків для зупинки транспортних засобів на відстанях, наведених у таблиці 1.7, які не можуть бути перевищені.

Таблиця 1.7- Довжина ділянок із затяжним похилом у гірських умовах

Поздовжній похил, ‰	Довжина ділянки, м
60	2200
70	1900
80	1600
90 і більше	1200

Прямі та криві ділянки з радіусом кривої 2000 м або менше повинні з'єднуватися перехідними кривими.

Площинні криві слід поєднувати з поздовжніми кривими. При цьому плоска крива повинна бути на (100-150) м довшою за поздовжню криву. Уникайте суміщення кінців плоскої кривої з початком поздовжньої кривої. Рекомендується, щоб відстань між ними була не менше 150 м.

На крутих гірських схилах дороги слід прокладати серпантинами. Критерії проектування серпантинів повинні відповідати таблиці 1.8.

Серпантини радіусом менше 30 м можуть використовуватися тільки на дорогах IV-V категорій, де заборонено рух транспортних засобів на відстані більше 11 м.

Таблиця 1.8-Норми проектування серпантинів.

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

Відстань між двома сусідніми меандровими кривими повинна становити щонайменше 400 м для доріг I-III категорій, 300 м для доріг IV категорії та 200 м для доріг V категорії.

1.2.3 Земляне полотно

1.2.3.1 Загальні положення

Підструктура повинна бути спроектована відповідно до галузевих стандартів:

- категорія дороги;
- висота насипу; глибина виїмки;
- тип дорожнього одягу;
- властивості ґрунту, що використовується для земляного полотна;
- умови праці при будівництві земляного полотна;
- природні умови району будівництва; особливості інженерно-геологічних умов будівельного майданчика;
 - досвід експлуатації доріг в даній місцевості, виходячи з необхідності забезпечення необхідного показника міцності;
 - стійкості та довговічності земляного полотна та покриття при мінімальних витратах на будівництво та утримання; необхідність забезпечення стійкості та довговічності земляного полотна та покриття при мінімальних

витратах на будівництво та утримання;

- максимальне збереження цінних земель;
- мінімізація шкоди навколишньому середовищу.

Конструкція дорожнього одягу складається з наступних елементів:

- робочий шар - верхній нижній шар, розташований під дорожнім покриттям в межах глибини земляного полотна на відстані не менше 1,5 м від поверхні дороги.

- тіло насипу;

- основа насипу - природний ґрунтовий масив, розташований нижче ґрунту насипу або нижче робочого шару;

- основа виїмки - ґрунтовий масив, розташований нижче робочого шару;

- похила частина виїмки;

- споруди для відведення поверхневих вод;

- споруди для пониження або відведення ґрунтових вод;

- геотехнічні споруди та конструкції, призначені для захисту ґрунту від небезпечних геологічних процесів.

Погодно-кліматичні фактори та природні умови району будівництва формують принципи проектування дорожнього одягу та критерії міцності і стійкості дорожнього одягу.

Погодно-кліматичні фактори, ґрунтові та гідрологічні умови і досвід експлуатації доріг.

Топографічні, інженерно-геологічні умови, характер зволоження і ступінь стоку води можна розділити на три типи

Тип 1 - сухі ділянки, де поверхневі та ґрунтові води не впливають на вологість верхніх шарів ґрунту;

Тип 2 - вологі території, де можливе короткочасне (до 30 днів) затоплення поверхневими водами, але ґрунтові води не впливають на вологість верхніх шарів ґрунту; та

Тип 3 - вологі території, які завжди містять надмірну кількість вологи і

затоплюються як поверхневими, так і підземними водами протягом тривалого періоду часу.

Конструкцію земляного полотна в поперечному профілі необхідно призначати за типовими рішеннями з прив'язкою до конкретних умов проектування.

Індивідуальні рішення щодо конструкцій поперечного профілю з відповідними обґрунтуваннями призначаються:

- для насипів заввишки понад 12 м;
- для насипів з тимчасовим або постійним затопленням укосів;
- для насипів, що споруджуються на болотах завглибшки понад 4 м з виторфовуванням, або за наявності поперечних похилів дна болота понад 1:10;
- для насипів, що споруджуються на слабких ґрунтах;
- при використанні в насипах ґрунтів підвищеної вологості;
- при застосуванні спеціальних прошарків для регулювання водно-теплового режиму верхньої частини земляного полотна;
- для виїмок завглибшки понад 12 м, влаштованих у нескельних ґрунтах, та завглибшки понад 16 м- у скельних ґрунтах;
- для виїмок у шаруватих ґрунтових масивах за несприятливих гідрогеологічних умов;
- для виїмок і насипів. Що споруджуються у складних інженерно-геологічних умовах згідно з вимогами ДБН А2.1.1.1: на крутосхилах з крутизною понад 1:3 на ділянках з наявністю або можливістю виникнення зсувів, карсту, обвалів, осипів, селевих потоків, снігових лавин тощо;
- на ділянках, на яких застосовуються дренажі та інші споруди, що забезпечують стійкість земляного полотна;

1.2.3.2 Земляне полотно в складних інженерно-геологічних умовах

На гірських схилах з ухилом 1:3 і більше земляне полотно слід влаштовувати на полиці, вирубаній у крутому схилі, або будувати нижню підпірну стінку.

На ділянках з ухилом від 1:5 до 1:3 земляне полотно слід споруджувати на насипу або напівнасипному напіввиїмці з полицею в нижній частині шириною

від 0,3 м до 4,0 м і висотою 1,0 м. Поличка повинна мати ухил донизу від 10‰ до 20‰.

Необхідно вжити комплексних заходів для забезпечення стабільності дорожнього полотна разом зі схилом, на якому воно розташоване. Це означає видалення вразливих ґрунтів або використання їх в якості основи для насипів, із застосуванням спеціальних заходів для забезпечення стабільності, зменшення та прискорення осідання та усунення неприпустимих пружних коливань.

Там, де насипи проектуються на крихких основах, слід вжити спеціальних заходів, які дозволять використовувати крихкі ґрунти в якості основ. Це означає зменшення крутизни укосу, влаштування бічних насипів, регулювання тимчасового перевантаження і режиму будівництва насипу, влаштування вертикального дренажу і зміцнення основи насипу геосинтетичним шаром.

На ділянках, де поширені засолені ґрунти, земляне полотно повинно бути спроектоване з урахуванням їх засолення.

Слабо- та середньозасолені ґрунти можна використовувати для стандартного проектування насипів з робочими шарами відповідно до критеріїв для незасолених ґрунтів, а можна використовувати для індивідуально спроектованих насипів на основі розрахунків.

Високозасолені ґрунти можуть використовуватися для будівництва насипів з робочими шарами. Однак при цьому необхідно вжити обов'язкових заходів для запобігання подальшому засоленню робочого шару.

Використання ґрунтів з надмірним вмістом солей повинно бути обґрунтоване спеціальними розрахунками для розробки відповідних заходів щодо нейтралізації їх негативного впливу.

Дорожнє полотно на зрошуваних землях слід проектувати так, щоб мінімізувати використання площі зрошуваних земель і вплив зрошувальної системи на водний і тепловий режим зрошуваної території.

Проектування надр на зсувонебезпечних і зсувонебезпечних територіях, карстових територіях, підроблюваних територіях і територіях, що потенційно піддаються впливу селів, лавин, каменепадів, просідаючих, набухаючих,

просадочних, абразійних і річкової ерозії, відповідно до вимог ДБН В.1.1-3, ДБН В.1.1-25. Слід виконувати відповідно до вимог ДБН В.1.1-3, ДБН В.1.1-25.

1.2.4 Дорожній одяг

1.2.4.1 Загальні положення

Конструкцію дорожнього одягу та матеріали покриття слід визначати, виходячи з транспортно-експлуатаційних вимог, інтенсивності руху та складу транспортних засобів, що прибувають, кліматичних, ґрунтових та геологічних умов, санітарних вимог, вимог безпеки та комфорту, а також наявності місцевих будівельних матеріалів.

При підготовці проектної документації на будівництво або реконструкцію автомобільних доріг I-II та інших категорій, що суміщаються з міжнародними та національними транспортними коридорами, доцільно передбачати влаштування покриття з щибенево-мастикового асфальтобетону з полімерними або адгезійними добавками. Такі покриття слід також передбачати на транспортних розв'язках, включаючи з'їзди та в'їзди, де вищезазначені дороги перетинаються або прилягають одна до одної.

Типи покриттів, сфери застосування та матеріали покриття наведені в Таблиці 1.9.

Таблиця 1.9- Сфера застосування покриттів дорожнього одягу.

Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Матеріал верхнього шару покриття
1	2	3
I-а, I-б, II	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий першої марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон.
III	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий першої марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон.
IV	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий першої марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон.
	Удосконалений полегшений	Кам'яні матеріали, а також підібрані матеріали з промислових відходів, оброблені в'язучими методом змішування в установці чина дорозі (у тому числі холодний ресайклінг) або просочування з улаштуванням шару зносу
V	Удосконалений полегшений	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий другої марки, асфальтобетон холодний, кам'яні матеріали або ґрунти, оброблені в установці або на дорозі(у тому числі холодний ресайклінг) або просочування з улаштуванням шару зносу.
	Перехідний	Ґрунти, оброблені в установці або на дорозі або покращені добавки.

Дорожній одяг складається з одного або декількох шарів. За наявності декількох шарів покриття складається з дорожнього одягу, шару основи та, за необхідності, додаткових шарів основи.

Дорожній одяг повинен мати постійну міцність, бути гладким, шорстким, витримувати накопичення пластичних деформацій влітку і зберігати безперервність під час весняних і осінніх прогинів і під час зимового розтягування внаслідок похолодання. Щоб зберегти шорсткість з часом, матеріал

покриття повинен бути стійким до стирання. За необхідності на поверхню можна наносити поверхневі обробки або тонкошарові покриття різного призначення для покращення шорсткості, забезпечення захисту та інших функцій.

Основа повинна бути спроектована таким чином, щоб зменшити прогин дорожнього одягу під дією зовнішніх навантажень і бути достатньо жорсткою, щоб зменшити напруження в додатковій основі та земляному полотні до прийнятних значень.

Дорожнє полотно повинно бути спроектоване таким чином, щоб зменшити прогин покриття під дією зовнішніх навантажень і бути достатньо жорстким, щоб зменшити напруження в дорожньому одязі та ґрунті земляного полотна до прийнятних значень. Основа повинна бути влаштована в один або декілька шарів. Для забезпечення сприятливих умов експлуатації узбіч нежорсткого дорожнього одягу слід влаштовувати основу на 0,6 м ширшу за проїзну частину та укріплені (упорні) смуги, з додатковим підшаром з піску або іншого гранульованого матеріалу шириною не менше 1 м від основи. Для твердих дорожніх покриттів шар основи повинен бути на 1,0 м ширшим за обидві сторони покриття.

- Додаткова основа повинна зменшити прогини та напруження, спричинені транспортними засобами, у дорожньому одязі, основі та земляному полотні і повинна виконувати наступні функції;

- Зменшення товщини замороженого шару;
- Зменшення глибини промерзання земляного полотна;
- усунення взаємопроникнення сипучих матеріалів земляного полотна в ґрунті;

- забезпечення проїзду автотранспорту та будівельної техніки під час виконання робіт з укладання дорожнього одягу.

Додаткова смуга може виконувати кілька функцій в одному шарі.

Загальна товщина дорожнього одягу та товщина окремих шарів повинна забезпечувати міцність і морозостійкість всієї конструкції.

Дорожній одяг повинен бути спроектований таким чином, щоб бути надійним

протягом визначеного стандартного терміну служби. Кількісною мірою надійності є коефіцієнт надійності. Залежно від класифікації надійності автомобільні дороги повинні мати коефіцієнти надійності згідно з таблицею 1.10.

Таблиця 1.10 – Коефіцієнти надійності

Категорія дороги	I-а	I-б, II	III	IV	V
Коефіцієнт надійності	0,97	0,95	0,90	0,85	0,75

При розрахунку міцності покриття слід враховувати середньодобову інтенсивність руху вантажівок та автобусів за останній рік очікуваного терміну служби покриття.

1.2.4.2 Нежорсткий дорожній одяг

Нежорсткі шари покриття можуть складатися з асфальтобетону, матеріалів, армованих органічними, неорганічними, композитними або іншими в'язучими матеріалами, або слабо зв'язаних гранульованих матеріалів, таких як ґрунт, шлак, щебінь, шлак і гравій. Нежорсткі покриття повинні проектуватися і розраховуватися відповідно до галузевих критеріїв проектування.

Розрахунки нежорстких дорожніх одягів при короткочасних навантаженнях повинні ґрунтуватися на наступному

- опір пружному прогину всієї конструкції;
- опір зсуву шарів ґрунту та нещільно зчеплених матеріалів;
- опір розтягу згину та стиску верхнього поясу шарів монолітних матеріалів.

На етапі проектування дорожнього одягу слід передбачити заходи щодо забезпечення стійкості асфальтобетонних покриттів до утворення колії.

Проектування нежорстких покриттів для довготривалих статичних навантажень базується на опорі зсуву ґрунту, шару слабозв'язного матеріалу та шару асфальтобетону.

Нежорсткі покриття повинні бути розраховані на морозостійкість, щоб запобігти деформації дорожнього одягу та морозному здиманню ґрунту.

При проектуванні нежорстких покриттів необхідно виконати розрахунки водовідведення, щоб забезпечити відведення води, яка потрапляє в основу під час весняного танення снігу, і захист основи від надмірного зволоження поверхневими водами. Розрахунки водовідведення слід виконувати до розрахунків міцності конструкції, щоб визначити мінімальну товщину додаткового дренажного шару.

Використання неармованих фракційних матеріалів (шарів щебеню, укладених клиновим методом) у конструктивному шарі дорожнього одягу не рекомендується для доріг I-III категорій.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Загальні данні про проєктовану ділянку

Автомобільна дорога О 151101 з'єднує населені пункти Прибузьке, Степова Долина, Українка та Шевченкове (рис. 2.1). Цією дорогою здійснюються перевезення промислової продукції, сільськогосподарську продукцію та пасажирський транспорт.

Робочий проєкт "Капітальний ремонт автомобільної дороги загального користування місцевого значення О151101 (Миколаїв – Херсон) – Любомирівка – Першотравневе – (Казанка – (Р-47)) км 0+000 – км 11+000, Вітовського району, Миколаївської області"

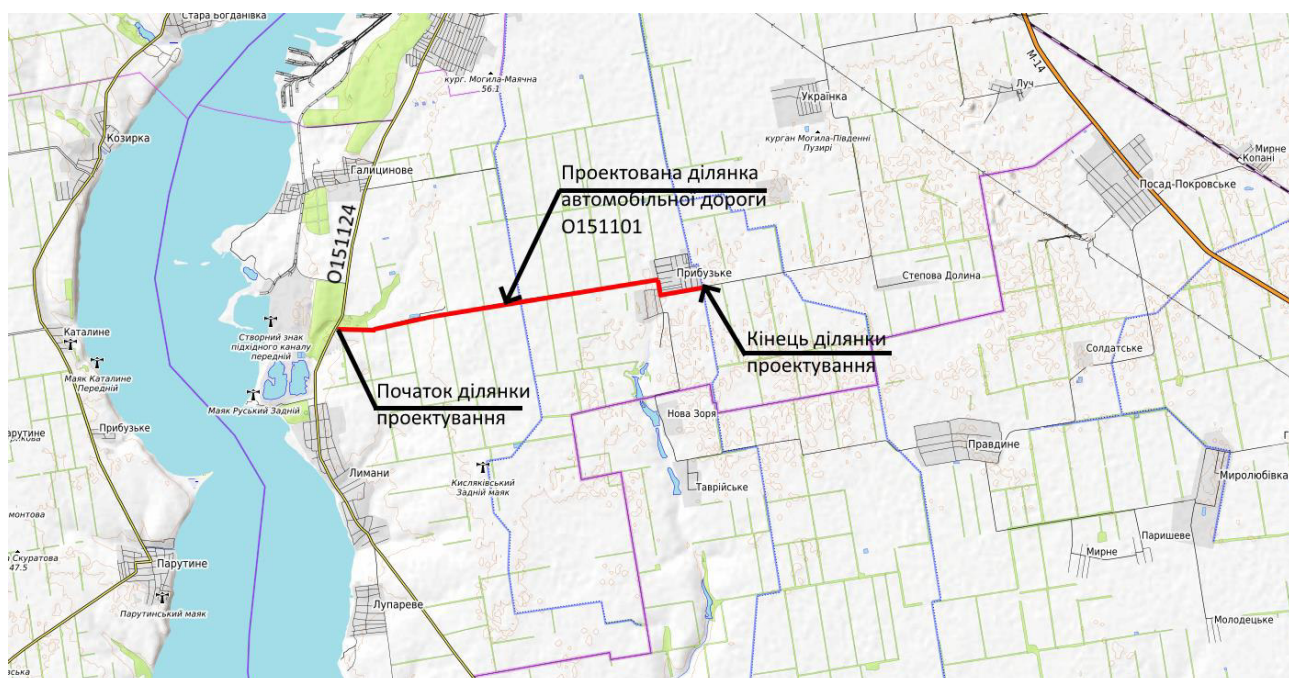


Рисунок 2.1 Картограма робіт

2.2 Короткий опис існуючої ділянки дороги

За параметрами ширини земляного полотна та горизонтальних кривих існуюча ділянка проєктованої дороги відповідає вимогам автомобільної дороги IV технічної категорії, за винятком двох горизонтальних кривих радіусом 15 м, розташованих на території забудови. За параметрами поздовжнього профілю існуюча ділянка проєктованої дороги відповідає вимогам дороги IV технічної категорії.

Існуюче покриття ділянки дороги - дрібнозернистий асфальтобетон.

Існуюче покриття характеризується наступними дефектами та руйнуваннями (рис. 2.2-2.4):



Рисунок 2.2 – Колійність в асфальтобетонному покритті внаслідок високої та інтенсивної інтенсивності руху та недостатнього опору асфальтобетону на зсув. Мережа тріщин та руйнувань на смугах відкату зумовлена недостатнім опором дорожнього одягу.



Рисунок. 2.3 – Руйнування краю асфальтобетону через відсутність бокового упору.



Рисунок 2.4 – Поперечні тріщини спричинені старінням асфальтобетону або використанням занадто в'язких бітумів.

2.3 Технічні рішення для капітального ремонту ділянки дороги

Проектом передбачено виконання комплексу робіт з покращення експлуатаційного стану ділянки дороги. Проектом передбачається приведення геометричних характеристик ділянки дороги у відповідність до вимог чинних нормативних документів як дороги IV технічної категорії.

Запланована ділянка дороги матиме узбіччя з поперечним ухилом 40‰ та буде укріплена фрезованим асфальтобетоном.

Проект передбачає встановлення технічних заходів з організації дорожнього руху, а саме металевого бар'єрного огороження, дорожньої розмітки та дорожніх знаків. Бар'єрне огороження буде встановлено на проєктованих ділянках дороги, у межах водопропускних труб та на пішохідних доріжках. Проєктом передбачені насипи висотою 2,0 м і ухилом 1:3.

Капітальний ремонт ділянки дороги передбачатиме закриття руху транспорту та облаштування об'їзних шляхів з використанням існуючої дорожньої мережі.

Капітальний ремонт цієї ділянки дороги забезпечить надійне транспортне сполучення населених пунктів та виробничих об'єктів району з мережею доріг загального користування, покращить транспортно-експлуатаційні показники, зменшить витрати на вантажні перевезення та час у дорозі, а також підвищить безпеку дорожнього руху.

Капітальний ремонт ділянки дороги покращить експлуатаційні характеристики (проєктом передбачено наближення геометричних параметрів ділянок дороги до нормативних) та безпеку руху транспорту і пішоходів (проєктом передбачено встановлення пристроїв регулювання дорожнього руху та облаштування пішохідних доріжок в межах існуючої забудови).

2.4 Коротка кліматична характеристика об'єкта проєктування

Згідно з фізико-географічною картою України, територія дослідження належить до Східноєвропейської рівнини, Степової зони, Південностепової (Сухостепової) підзони в межах Причорноморсько-Приазовської області.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, ділянка дослідження знаходиться в II (Південно-Східному) будівельно-кліматичному районі, степова зона.

Клімат - степовий, помірно-континентальний, характеризується жарким сухим літом і помірно м'якою зимою з частим таненням снігу.

Спостерігаються різкі коливання температури, сильні вітри та снігопади. Кліматичні показники для будівельно-кліматичного району II (Південно-Східний) наведені в таблиці 2.1 (згідно з таблицею 1 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010).

Таблиця 2.1 – Кліматичні показники для будівельно-кліматичного району II (Південно-Східний)

1 Температура повітря °С		6 абсолютний мінімум	7 абсолютний максимум	2 кількість опадів за рік, мм	3 відносна вологість у липні, %	4 середня швидкість вітру у січні, м/с
5 середня за						
8 січень	9 липень					
10 -2...-6	11 +21...+23	12 -42	13 41	14 500	15 65	16 6

Середньорічна температура становить 10,1°C. Середньомісячна температура січня, найхолоднішого місяця, становить -2,6°C. Абсолютний мінімум температури -42°C. Середньомісячна температура найспекотнішого місяця липня становить +22,7°C. Абсолютна максимальна температура - 41°C.

Кількість і час випадання снігу сильно варіюється в різні зимові сезони. Тимчасовий сніг зазвичай випадає вже в листопаді (досить рідко в жовтні), а постійний сніг утворюється в середньому на початку грудня.

Однак взимку часто буває тривала відлига, під час якої сніг повністю тане і випадає знову, так що постійний сніговий покрив утворюється кілька разів. Лише в суворі зими сніг продовжує падати протягом всієї зими, але це трапляється досить рідко.

Сніговий покрив зазвичай досягає максимуму в лютому (менше в березні). Сніг тане в середньому в середині березня, але це значною мірою залежить від кількості снігу та середньої температури березня; якщо березень холодний, сніг може повністю розтанути лише в квітні.

Вітрове навантаження становить 470 Па.

Снігове навантаження - 870 Па.

Товщина ожеледі - 22 мм.

Вітрове навантаження при ожеледі - 260 Па.

2.5 Короткий геологічний опис території проекту

Геоморфологічно територія проекту належить до Східноєвропейської полігенної рівнини, Причорноморської області пластово-акумулятивних і пластово-денудаційних низовин, Причорноморської пластово-акумулятивної низовини на неогенових відкладах, в межах схилу водороздільного плато.

Поверхня землі в більшості районів ускладнена насипами та перепадами рельєфу. В межах районів можуть бути старі підземні споруди, які не є видимими.

Поверхня землі дуже м'яко хвиляста, з великими перепадами висот. Абсолютні відмітки поверхні (по устям свердловин) коливаються від 22,5 до 49,9 м. Поверхня має нахил у західному напрямку, до річки Південний Буг.

Відповідно до ДБН В.1.1-12-2014 " Будівництво у сейсмічних районах України", інтенсивність сейсмічних подій у балах за шкалою MSK-64 в районі будівництва за картою ЗСР-2004-А становить 5 балів.

Відповідно до таблиці 5.1 ДБН В.1.1-12-2014:

- категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями – II (друга);
- швидкість сейсмічної хвилі в ґрунті - $500 \text{ м/с} < V_s < 800 \text{ м/с}$.

За сукупністю факторів, визначених ДБН А.2.1-1-2008 (звіт з інженерно-геологічних вишукувань), будівельний майданчик відноситься до II категорії (середньої складності) складності інженерно-геологічних умов.

Відповідно до вимог ДСТУ Б В. 2.1-5-96 (ГОСТ 20522-96), досліджувані ґрунтові товщі поділяються на інженерно-геологічні елементи, в яких товщі мають статистично однорідний склад і характеристики.

Геолого-літологічні розрізи в межах району робіт із поверхні представлений:

1. Сучасними техногенними відкладами:

- асфальтобетонною сумішшю із асфальту та щебеню, товщиною 0,12-0,24 – ІГЕ-1а;
- асфальтобетон, товщиною 0,07-0,1 м - ІГЕ-1б;
- бетонні плити товщиною 0,15 м - ІГЕ-1в;
- щебеневі подушки, товщиною 0,04-0,18 м - ІГЕ-1г;
- злежаний насипний ґрунт (містить до 10% твердих супісків, суглинків, піску, гравію, будівельного сміття та щебеню), товщиною від 0,42 до 1,03 м - ІГЕ-1;

- насипний ґрунт (легкий суглинок, напівтвердий, супісок, пісок, гравій, будівельне сміття та до 10% щебеню), консолідований, товщиною від 0,28 до 1,7 м - ІГЕ-2.

2. Підстилаючими техногенні відклади підстеляються середньо-верхньочетвертинними еолово-делювіальними відкладами.

- тонкий лесовий суглинок, напівтвердий, від коричневого до сірого кольору, містить карбонати, відслонений до 2,5 м завтовшки - ІГЕ-3;

- лесовий супісок, тверда глина, від жовтувато-коричневого до коричневого кольору, потужністю до 2,3 м - ІГЕ-4.

Умови залягання та розповсюдження, пов'язані з кожним з ідентифікованих ІГВ, описані в інженерно-геологічному розділі (Звіт про інженерно-геологічні вишукування) та в петрографічній колонці свердловини. Нормативні та розрахункові значення фізико-механічних властивостей досліджених ґрунтів наведені у звітах з інженерно-геологічних вишукувань.

2.6 План траси

Заплановані ділянки цієї дороги мають дорожні параметри, які не відповідають розрахунковій швидкості 90 км/год, за винятком ділянки ПК92+50.....ПК97+30 (рис. 2.5). Проектом передбачено випрямлення поздовжньої частини ділянки дороги. Проект не передбачає збільшення радіусів існуючих горизонтальних кривих до стандартних в межах існуючої забудови.

Траса проектованої ділянки дороги:

- початковою точкою проектної ділянки є точка ПК0+00 з наступними координатами (X=5172312,41, Y=4259594,69) і початкова точка проектної ділянки відповідає проектній межі однорівневої розв'язки на перетині дороги О151124 Миколаїв - Станіслав - Херсон та проектної ділянки дороги.

- Кінцева точка проектної ділянки - ПК109+64.71 з координатами (X=5173472,02, Y =4270056,72). Проектом передбачено будівництво пішохідних доріжок від початку проектної зони до пропонованої автобусної лінії та з лівого боку від перехрестя з вул. Гастело до примикання з вул. Пушкіна.

Інженерно-геодезичні вишукування були виконані у березні 2020 року.

Система координат - СК-63, (Зона-4), проекція Гауса-Крюгера, еліпсоїд Красовського. Висотна система - Балтійська-77, координати та висоти визначалися за допомогою GPS.

На ділянці було встановлено тимчасові репери:

Рп-1 Верхня частина стовпа, що прилягає до дороги Т-15-01, на висоті 22,69 м;

Рп-2 Верхня частина лівого оголовка труби, найближча до Миколаєва, на висоті 50,69 м; і

Рп-3 Верхня частина правого оголовка труби, найближча до Миколаєва, на висоті 45,64 м;

Територія проектування знаходиться в межах Вітовського району Миколаївської області.

Параметри прогнозної ділянки відповідають вимогам ДБН В.2.3-4:2015 "Автомобільні дороги" (Зміна № 1).

Проектована траса прокладена з урахуванням існуючого рельєфу. Проектована ділянка дороги розташована в межах існуючої смуги відведення і не потребує додаткового надання смуги відведення. План дороги розрахований на проектну швидкість руху 90 км/год.

Основні технічні параметри траси.

- мінімальний радіус горизонтальних кривих - 15 м
- мінімальний радіус опуклих кривих - 30 000 м
- мінімальний радіус увігнутих кривих - 8 000 м
- максимальний поздовжній ухил - 13 ‰.

Параметри розрахункової ділянки відповідають вимогам для розрахункової швидкості руху 90 км/год.

Відповідно до вимог п. 5.1.17 ДБН В.2.3-4:2015 та номограми 5.1, враховуючи розрахункову швидкість 90 км/год та мінімальний радіус 15 м для горизонтальних кривих, проектом передбачено роботи з розширення проїзної частини в межах горизонтальних кривих радіусом менше 750 м.

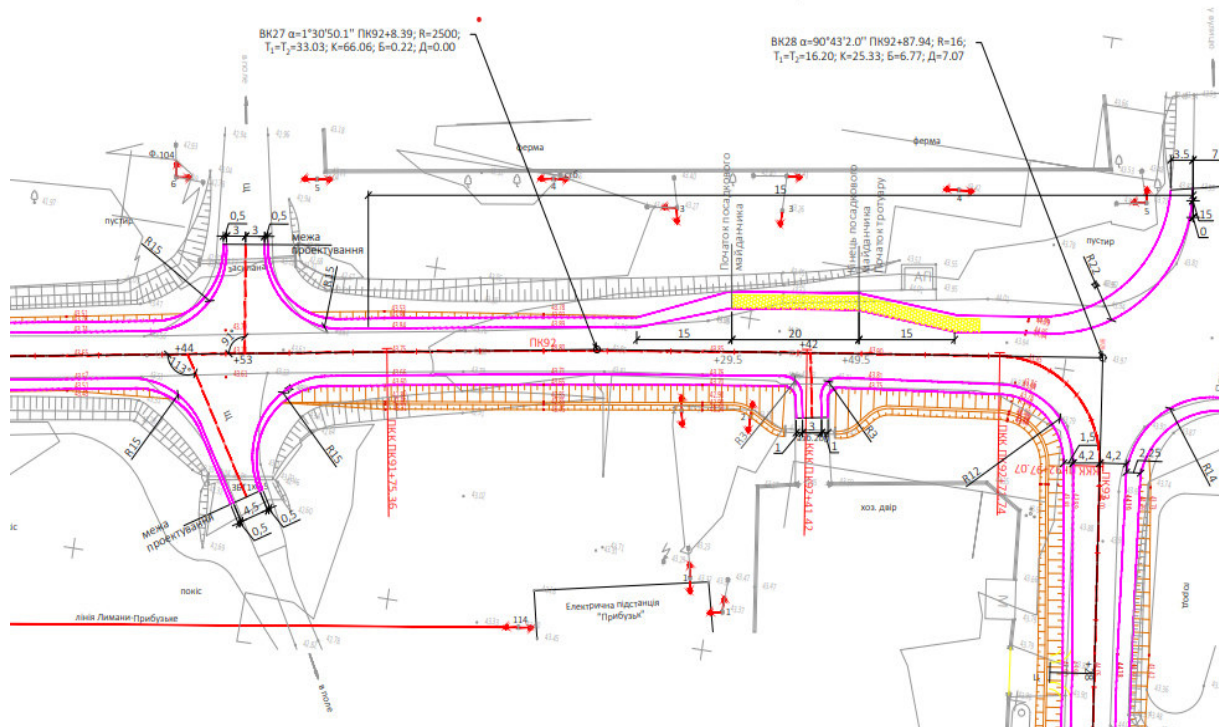


Рисунок 2.5 – План ділянки проектування

2.7 Поздовжній профіль проектуваної ділянки дороги

Поздовжній профіль проектується відповідно до вимог ДБН В.2.3-4:2015. Чорні лінії на поздовжньому профілі будуть побудовані на основі даних плану траси, даних інженерних вишукувань, тахеометричної зйомки, пікетування та характерних точок між пікетами (рис. 2.6).

Проектні лінії вирівнюються з відмітками контрольних точок, початковою і кінцевою точками маршруту і найнижчою відміткою дорожнього полотна. Поздовжні ухили забезпечують відведення поверхневих вод. Проектні лінії вирівняні з існуючим рельєфом місцевості.

Забезпечується поздовжня видимість на проектних швидкостях.

Поперечний ухил проїзної частини становить 25 проміле та -40 проміле на узбіччі.

Зливова каналізація передбачена з використанням поздовжніх і поперечних ухилів та лотків. Для запобігання ерозії укосу насипу проектом передбачено укріплення рослинного шару товщиною 0,1 м з висівом багаторічних трав та влаштування системи водовідведення з дорожнього покриття.

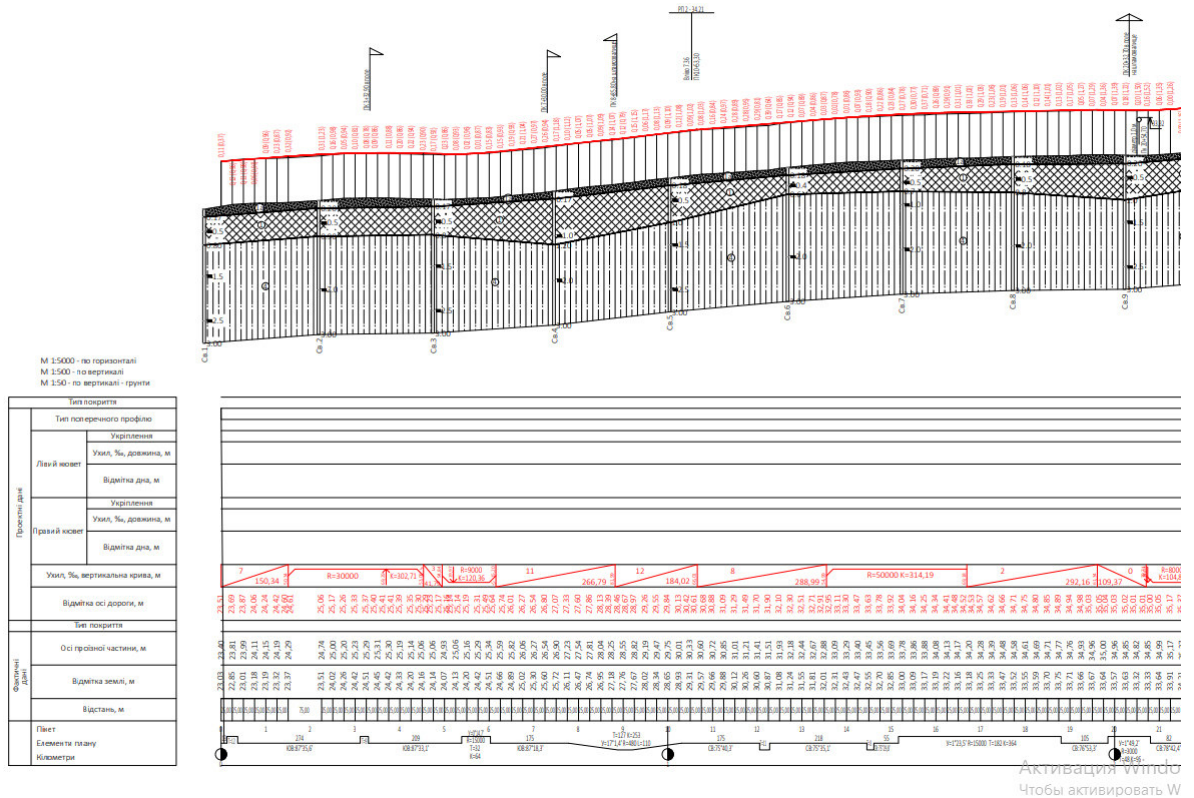


Рисунок 2.6 – Поздовжній профіль ділянки проєктованої дороги

2.8 Земляне полотно

Дорожнє полотно спроектовано з урахуванням рельєфу місцевості, кліматичних умов району проходження траси та вимог ДБН В.2.3-4:2015.

Для будівництва насипу земляного полотна буде використано вийнятий ґрунт. Розрахунковий модуль пружності насипу становить 100 МПа.

Параметри поперечного та поздовжнього перерізів проєктної ділянки наведені в повному комплекті креслень АД.

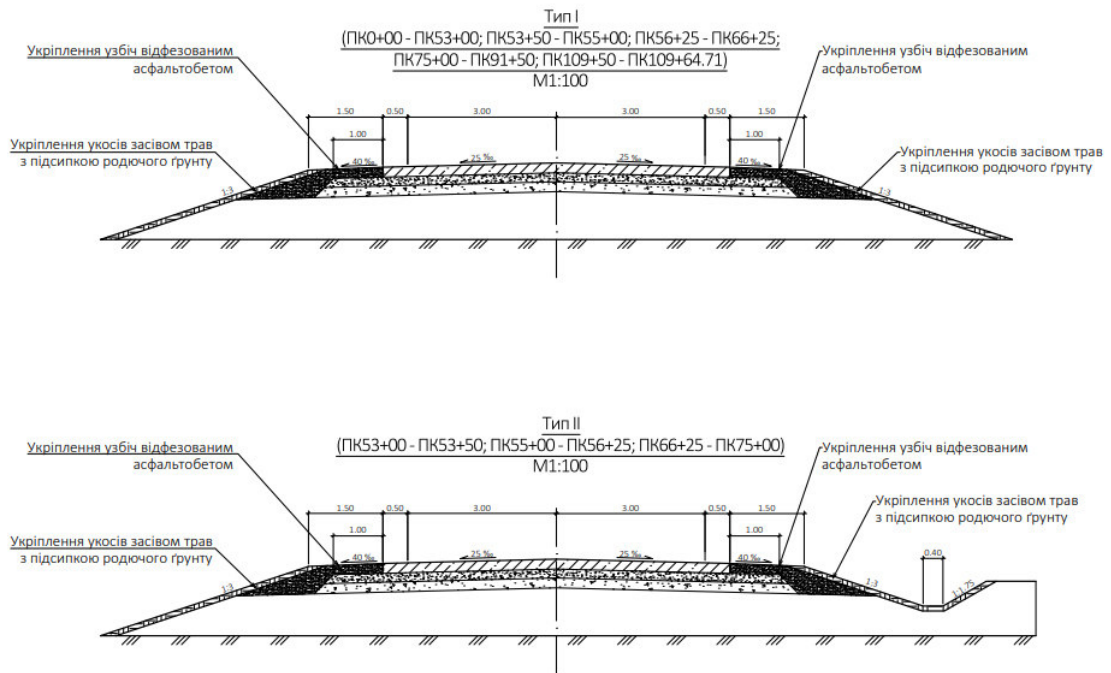


Рисунок 2.7 – Земляне полотно. Типові поперечні профілі

2.9 Розрахунок дорожнього одягу

В рамках даного робочого проекту було розроблено три варіанти конструкції дорожнього одягу.

Згідно з довідкою Департаменту інфраструктури Миколаївської обласної державної адміністрації, інтенсивність руху становить 886 транспортних засобів на день.

- Легкові автомобілі: 362 авто/добу
- Мікроавтобуси: 88 транспортних засобів/день
- Середні автобуси - 38 транспортних засобів/день
- Великі автобуси - 22 транспортні засоби/день
- Легкі вантажівки: 48 транспортних засобів/день
- Середні вантажівки - 62 автомобілі/день
- Важкі вантажівки - 78 транспортних засобів/день
- Тягачі з напівпричепами - 166 транспортних засобів/добу;
- тягачі з причепами - 22 транспортних засоби/добу.

Зростання інтенсивності руху становить 4%.

Таблиця 2.2 – Варіант 1 дорожнього одягу

№ пп	Матеріал шару	h шару, см	Модуль пружності E, МПа			Коефіцієнт запасу міцності, Кмц
			Пружний прогин	Зсув	Розтяг при згині	
1	Бетон важкий В30 (М400) $V_{btb} 4,0$ ($R_{tb} 50$)	20	32400	1600	-	1,42
2	Щебенево-піщана суміш С-7, укріплена цементом М20	18	400	-	-	
3	Щебінь М1000-1400, влаштований за способом заклинки	20	180	-	-	
4	Ґрунт – суглинок легкий	-	100	-	-	

Таблиця 2.3 – Варіант 2 дорожнього одягу

№ пп	Матеріал шару	h шару, см	Модуль пружності E, МПа			Коефіцієнт запасу міцності, Кмц
			Пружний прогин	Зсув	Розтяг при згині	
1	Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластопластів, Тип А	5	5000	3000	5500	2,68
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Типа А, Марка І	10	3200	1080	4500	
3	Щебенево-піщана суміш укріплена цементом М20	15	400	-	-	
4	Піщано-гравійна суміш оптимального складу	25	180	-	-	
5	Ґрунт – суглинок легкий	-	100	-	-	

Таблиця 2.4 – Варіант 3 дорожнього одягу

№ пп	Матеріал шару	h шару, см	Модуль пружності E, МПа			Коефіцієнт запасу міцності, Кмц
			Пружний прогин	Зсув	Розтяг при згині	
1	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І	5	3200	1080	4500	1,93
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Типа А, Марка І	10	3200	1080	4500	
3	Щебенево-піщана суміш укріплена цементом М20	15	400	-	-	
4	Піщано-гравійна суміш оптимального складу	25	180	-	-	
5	Ґрунт – суглинок легкий	-	100	-	-	

Вибрана конструкція дорожнього одягу відповідає вимогам щодо міцності на пружний прогин, зсув та згинання.

Для подальшого проектування ця конструкція дорожнього одягу була прийнята як варіант 1 і погоджена із замовником.

Для укладання цементобетонного покриття проектом передбачено розширення основи дорожнього одягу на 1,0 м в кожному напрямку.

2.10 Штучні споруди

На запланованій ділянці дороги є чотири водопропускні труби:

- ПК 20+55 залізобетонних труб з одним вічком, діаметром 1,0 м;
- ПК 53+13 залізобетонних труб з одним вушком, діаметром 1,4 м; та
- ПК 84+65 залізобетонна труба з одним вушком, діаметром 0,75 м;
- ПК 109+31 двохпрохідна залізобетонна труба діаметром 2x1,5 м.

Згідно зі звітом про обстеження за 2019 рік, водопропускна труба функціонує в нормальному режимі.

Проект передбачає очищення водопропускної труби та переміщення кришки водопропускної труби.

Всього на проектованій ділянці дороги є 12 водопропускних труб на стрілочних переводах та з'їздах.

2.11 Перехрестя та прилеглі території

На існуючій території проекту є 41 перехрестя. Проектом передбачено будівництво дорожнього покриття для основних типів коридорів в межах радіусу кривизни. На перехрестях без твердого покриття будуть побудовані тимчасові тротуари довжиною 50 м від радіусу кривизни.

На перехрестях за межами населених пунктів передбачається будівництво кривих радіусом 15 м. На перехрестях в межах населених пунктів мінімальний радіус кривої, передбачений проектом, становить 8 м.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування параметрів конструкції дорожнього одягу об'їзної автомобільної дороги.

Питання влаштування об'їзних доріг в Україні стоїть надзвичайно гостро. Одним з таких обласних центрів, що не має якісно об'їзної дороги, є місто Миколаїв. Весь транзит в порти міста проводиться через центральну частину міста, що впливає негативно на екологію, підвищення шумового впливу на мешканців та погіршення стану дорожнього покриття.

В роботі [14] встановлено, що основною проблемою у будівництві та реконструкції транспортних об'єктів є недостатність коштів. Більшість доріг вичерпали свій ресурс покриття та потребують відновлення відповідно до сучасних навантажень та інтенсивності руху. Однак це може змінитися завдяки реформам. З 2018 року більше автодорожніх фондів та повноважень було передано місцевим органам влади, а також створено дорожні фонди для забезпечення фінансування проектів ремонту та будівництва. У 2017 році розпочато роботи з реконструкції дороги Н-31 Дніпро-Решетилівка, яка буде цементобетонною, а перша ділянка дороги буде відкрита у 2019 році. Тому цементобетонні дороги сьогодні є однією з найактуальніших проблем в Україні.

Також, окрім цементобетонних доріг, вивчаються питання покращення та стійкості асфальтобетонних покриттів. В роботі [15] авторами виконано порівняння властивостей асфальтобетону з типом гранулометричного складу, що відповідає типу А з максимальним розміром частинок каменю 25 мм та ЕМЕ 0/20 (зі спеціального асфальту) згідно ДСТУБВ.2.7-119 (твердий та різносортний асфальт) Два марок), а також найпоширенішого у вітчизняній дорожній практиці асфальту (БНД 70/100), підтверджено, що завдяки використанню спеціального асфальту - властивості асфальтобетону значно покращуються, міцність на стиск підвищується в 1,16-1,43 рази при 20°C, при 50°C Міцність на стиск збільшується в 1,42-1,86 рази, коефіцієнт довготривалої водонепроникності збільшується до 0,99-1,0, модуль пружності збільшується в 2,76 рази при 40°C і в 1,26 рази при -

10°C; значно розширений температурний діапазон пластичності асфальтобетону (асфальт 20 /30 до 100°C). Водночас для асфальтобетону, виготовленого з високов'язкого асфальту, характерне підвищення умовної температури склування, що призводить до зниження тріщиностійкості асфальтобетону, виготовленого з такого асфальту, при низьких температурах взимку. Використання різносортового асфальту для приготування асфальтобетону дозволяє поліпшити фізико-механічні показники якості асфальтобетону, знизити його температурну чутливість, знизити модуль пружності при низьких температурах і підвищити модуль пружності асфальтобетону. Високі температури влітку призводять до підвищення опору зсуву і зниження тріщиностійкості.

Також вченими вивчаються і економічні аспекти влаштування дорожнього одягу. В роботі [16] встановлюється найбільш економічна доцільність влаштування ділянки дороги проведенням обстеження різних точок для визначення висоти над нулем, розраховуючи рівень формування для дороги, де обсяг земельних робіт, а саме вирізання та накидання, є однаковим, вибираючи матеріал для проектування дорожнього покриття, який надає більше міцності та є економічним. Вибір місця для будівництва дороги від інституту готельного менеджменту MGM до лікарні MGM у Чхатрапаті Самбхаджі Нагар, Махараштра, Індія. Аналіз різниці вартості оцінки при зміні глибини рівня формування. Розрахунок вартості будівництва для рівня формування з глибини 98,00 м до 99,00 м. Вартість розрахунку земельних робіт змінюється зі зміною глибини рівня формування. Вартість проектування дорожнього покриття є постійною для всіх рівнів формування. Таким чином, єдине відхилення відбувається в вартості будівництва поверхні дорожнього покриття. Ми обрали поверхню водонепроникного макадаму (WBM). У майбутньому ми будемо проектувати різні поверхні дорожнього покриття, такі як гнучкі, жорсткі та змішані. Проектування цих доріжок, різні шари дорожнього покриття відповідно до специфікації IRC. Найбільш економічний рівень формування з найбільш економічним дорожнім покриттям стане найбільш довговічним та економічним

проектом доріг. Ми будемо використовувати нівелір, ланцюг, стрілки, стрічку, вишки, треногу, рівнючий працівник для обстеження зменшених рівнів. Порівняння вартості будівництва двох видів дорожніх покриттів.

Дорожня інфраструктура є однією з важливих складових економічного та соціального розвитку будь-якої країни. Ці питання розглянуто в роботі [17]. Його відновлення є одним із важливих завдань післявоєнного періоду, оскільки після війни магістраль могла бути пошкоджена або зруйнована. У статті наведено порівняльний аналіз використання захисного одягу для твердих доріг під час реконструкції доріг у післявоєнній Україні. Метою даної роботи було дослідження доцільності використання жорстких конструкцій дорожнього полотна в післявоєнний період. Проаналізовано зручність використання жорстких дорожніх покриттів та надано рекомендації щодо будівництва доріг. Також проаналізовано вартість будівельних матеріалів. Досліджено переваги та недоліки використання цементобетону в будівництві доріг, проведено жорсткий розрахунок зносу доріг, підбрано наближені формули та проведено внутрішні випробування фізико-механічних показників цементобетону. Економічна складова при будівництві та утриманні автомобільних доріг є одним із ключових критеріїв при виборі типу покриття, а враховуючи нинішні ціни на асфальт в Україні, ми вважаємо, що навіть економічно вигідно влаштувати тверде покриття.

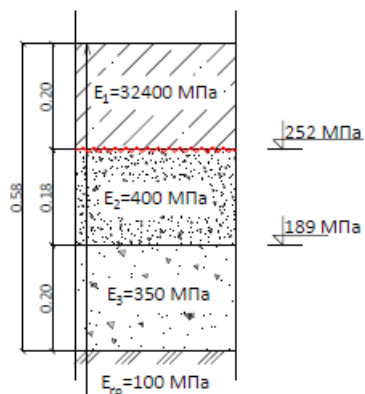
3.2 Розрахункові варіанти конструкцій

На рисунках 3.1-3.3 наведені конструкції варіантів дорожніх одягів, розроблені для порівняння ефективності влаштування.

Конструкція дорожнього одягу
варіант № 1 (рекомендований)

$$K_{\text{мц}}(\text{покриття})=2.86>1.39$$

$$K_{\text{мц}}(\text{основи})=2.82>1.42$$



Бетон важкий В30 (М400) $V_{\text{бет}}=4,0$ ($R_{\text{тб}}=50$)
ДСТУ Б В.2.7-176:2008 - 0.20 м;
Трьохшарова армована плівка;
ЩПС С-7 укріплена цементом М20
ДСТУ Б В.2.7-207:2009 - 0.18 м;
Щебінь М1000-1400, влаштований за способом заклинки
ДСТУ Б В.2.7-30:2013 - 0.20 м;
Ґрунт земполотна. Суглинок легкий, напівтвердий, з вкл.
супіску, піску, ГРШ, буд. сміття та щебеню до 10%

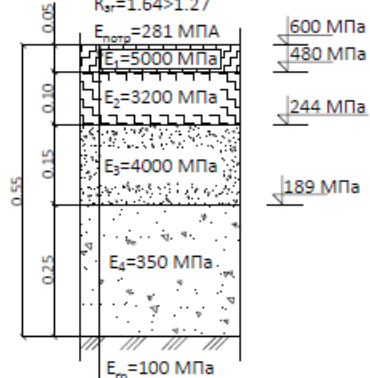
Рисунок 3.1 – Конструкція дорожнього одягу (варіант 1)

Конструкція дорожнього одягу
варіант № 2

$$K_{\text{гр}}=2.14>1.29$$

$$K_{\text{ас}}=3.35>1.38$$

$$K_{\text{ф}}=1.64>1.27$$



АСГ.Др.Щ.А.НП.І ДСТУ Б В.2.7-119:2011 на бітумі
модифікованому полімерами БМПА 60/90-53
ДСТУ Б В.2.7-135:2014 - 0.05 м;
Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50
ДСТУ Б В.2.7-129:2013 - 0.6 л/м²;
АСГ.Кр.Щ.А.НП.І. БНД 60/90
ДСТУ Б В.2.7-119:2011 - 10 см;
ЩПС С-7 укріплена цементом М20
ДСТУ Б В.2.7-207:2009 - 0.15 м;
Щебінь М1000-1400, влаштований методом заклинки
ДСТУ Б В.2.7-30:2013 - 0.25 м;
Ґрунт земполотна. Суглинок легкий, напівтвердий, з вкл.
супіску, піску, ГРШ, буд. сміття та щебеню до 10%

Рисунок 3.2 – Конструкція дорожнього одягу (варіант 2)

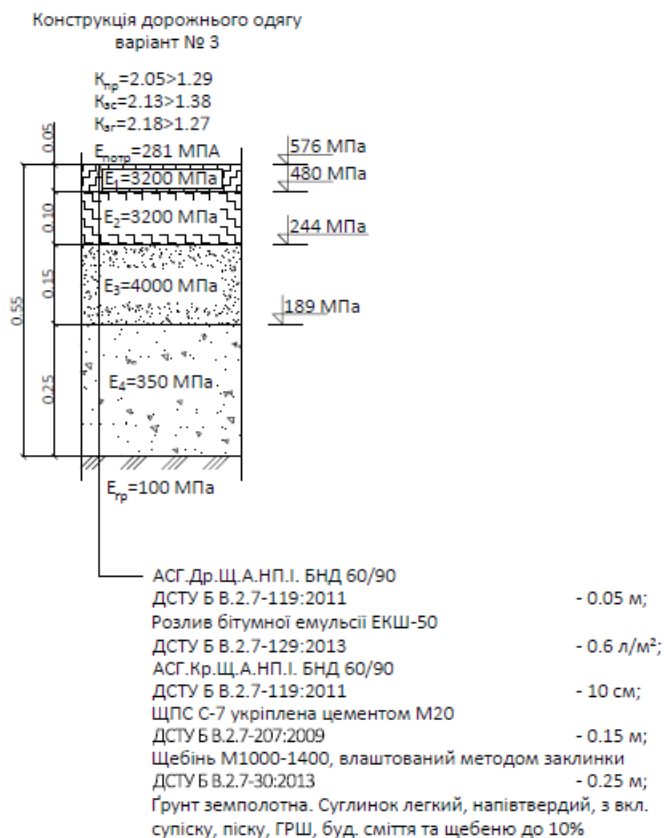


Рисунок 3.3 – Конструкція дорожнього одягу (варіант 3)

Згідно з розрахунками, варіант 1 (табл. 3.1, рис. 3.5) має найбільший модуль пружності. Тобто цей варіант має найбільший запас міцності конструкції в порівнянні з іншими конструкціями. Інші дві конструкції вважаються рівнозначними, оскільки відмінності між варіантами становлять менше 5%.

Таблиця 3.1 – Розрахункові значення по варіантам
конструкцій дорожнього одягу

	Модуль пружності, МПа	Коефіцієнт запасу міцності
Варіант 1	804	2,86
Варіант 2	600	2,14
Варіант 3	576	2,05

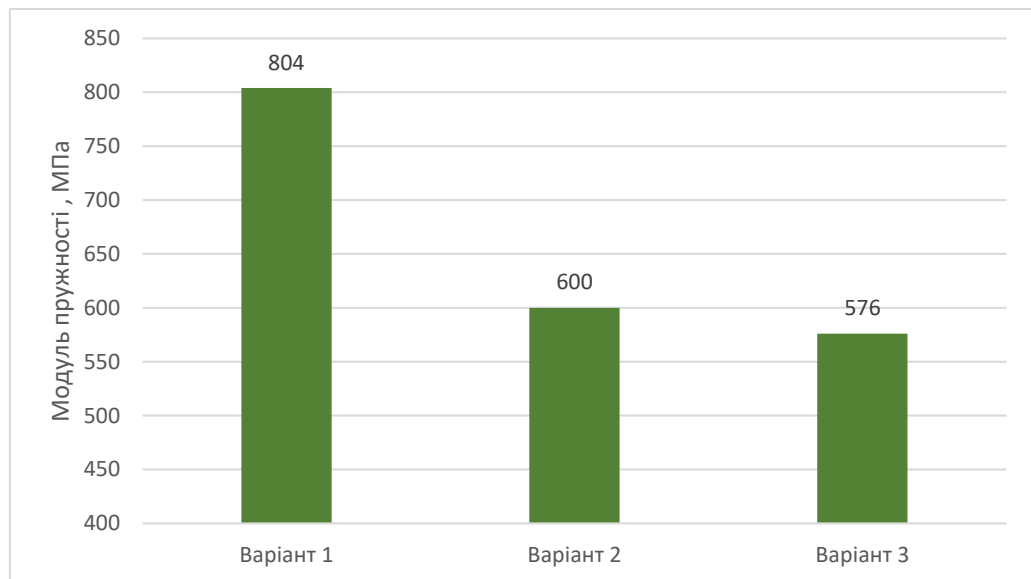


Рисунок 3.4 – Графік порівняння значень модулів пружності дорожніх одягів за варіантами 1-3

3.3 Техніко-економічне порівняння варіантів конструкцій дорожніх одягів

За даними моніторингу цін ДП ДерждорНДІ проведено порівняння варіантів з урахуванням основних матеріальних витрат кожного варіанту дорожнього одягу на основі ціни дорожньо-будівельних матеріалів. Використовуючи дані моніторингу та результати досліджень статті [18], розраховано матеріальну вартість 1 квадратного метра для кожного варіанту дорожнього захисного полотна, результати наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вартість матеріалів 1 м² по варіантам конструкцій дорожнього одягу

	Вартість 1 м ² конструкції дорожнього одягу, грн
Варіант 1	1574
Варіант 2	3110
Варіант 3	2964

Для порівняння вартостей розроблених конструкцій за результатами розрахунків побудований графік вартості дорожніх одягів (рис. 3.5).

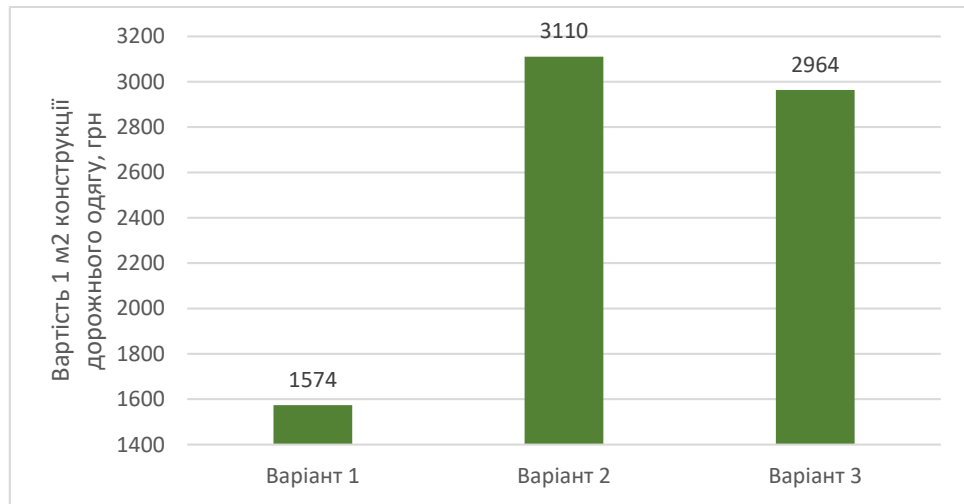


Рисунок 3.5 – Графік порівняння вартості дорожніх одягів за варіантами 1-4

Згідно графіку (рис. 3.5) найдешевшими варіантами влаштування дорожнього одягу є варіант 1. Різниця між вартостями 2 та 3 варіантів знаходиться в межах 5%, що дозволяє вважати їх рівноцінними варіантами.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні заходи охорони праці

Робочий проект передбачає санітарно-медичні заходи, спрямовані на збереження здоров'я та працездатності працівників під час трудового процесу.

При укладанні трудового договору кожен працівник інформується під розписку про умови праці на підприємстві, на якому він працює, про небезпечні і шкідливі виробничі фактори та їх можливий вплив на здоров'я працівника, та про його права на пільги та соціальну винагороду за роботу в таких умовах відповідно до законодавства та колективних договорів (стаття 5 «Закон України про охорону праці»).

Починати роботу з обладнанням можуть особи віком до 18 років, які пройшли медичний огляд і мають посвідчення на право управління і експлуатацію обладнання. Після вступного інструктажу, стажування і отримання знання з безпечних методів праці працівники мають допуск до самостійної роботи.

Щоб уникнути нещасних випадків і пожеж під час обслуговування устаткування необхідно дотримуватись правил техніки безпеки та пожежної безпеки, зазначених в інструкції з експлуатації устаткування.

У технологічний процес ремонту доріг долучаються машини, механізми та обладнання, які відповідають вимогам безпечних умов виробництва та інструкціям з експлуатації, передбаченим заводом-виробником.

Роботодавці постачають своїх працівників відповідним захисним та робочим одягом, спецвзуття і інші засоби індивідуального захисту, а також миючі засоби (стаття 8 «Закон України про охорону праці»).

Відшкодування збитків працівникам в разі ушкодження їх здоров'я передбачено в статті 9 «Закону України про охорону праці».

Будівельно-монтажні роботи з капітального ремонту доріг і засоби безпеки повинні проводитися відповідно до вимог і положень нормативних документів та чинних інструкцій з техніки безпеки для всіх робіт, зазначених у робочому проекті.

Перед початком робіт із загального ремонту доріг генпідрядник зобов'язаний скласти проект виконання робіт (ПВР), в якому зобов'язаний вжити заходів щодо безпечного виконання будівельно-монтажних робіт та охорони праці.

При підготовчих роботах уточнюють розташування всіх інженерних комунікацій в межах робочої зони. Металеві частини електричної системи повинні бути заземлені. Неізольовані частини електроустановок повинні бути надійно захищені від випадкового дотику.

Експлуатація машин і установок повинна здійснюватися згідно з технічним паспортом та інструкцією з експлуатації заводу-виробника.

Перед початком роботи на машинах і системах необхідно оглянути і перевірити їх технічний стан. Ремонтні роботи на механізмах або системах під час руху транспортного засобу заборонені. Заборонена робота на несправних машинах.

На всіх робочих місцях повинні бути встановлені знаки і позначки з охорони праці.

Усі небезпечні зони огорожені захисними огорожами, а місця зберігання матеріалів – сигнальними огорожами.

При розробці проекту виконання робіт необхідно вжити заходів щодо забезпечення електропожежної безпеки, особливо при влаштуванні тимчасової електропроводки по всіх робочих місцях та в цілому об'єкті. Усі об'єкти, будівельні майданчики, будинки і споруди адміністративного, побутового, виробничого і складського призначення повинні бути обладнані пожежною сигналізацією, пристроями зв'язку та засобами пожежогасіння.

4.2 Вимоги безпеки до підготовчих робіт

В робочій зоні вимоги безпеки наступні: у місцях проведення дорожніх робіт процедури встановлення огорожень повинні відповідати вимогам ДСТУ 4100-2002. "Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування" (далі - ДСТУ 4100-2002); без попереднього встановлення огорожень, які відповідають вимогам, не допускається доставка та складування матеріали та устаткування;

під час технічних перерв і в кінці робочої зміни дорожньо-будівельна техніка повинна знаходитися в межах огороженої території.

Вимоги безпеки на будівельних майданчиках та робочих місцях

Всі роботи на будівельному майданчику повинні виконуватися в установленому порядку та відповідно до затвердженої проектної документації

Будівельні майданчики обладнуються санітарно-побутовими приміщеннями у відповідності до вимог СНиП 2.09.04-87. "Административные и бытовые здания" (далі - СНиП 2.09.04-87). Санітарно-побутові приміщення працівників передбачені інвентарні модульного типу, з числа наявних у підрядної організації. Конкретні рішення з забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями надаються ПВР. Санітарно-побутові приміщення і обладнання мають бути введені в експлуатацію до початку виконання робіт.

Будівельні майданчики, розташовані в межах населеного пункту, повинні бути огорожені.

Проходи, проїзди, підкранові шляхи, вантажно-розвантажувальні майданчики та цехи повинні регулярно очищатися від будівельного сміття, взимку очищатися від снігу та льоду, а також посипатися протиожеледними матеріалами.

Будівельні майданчики, цехи, пішохідні доріжки та підходи до них повинні бути освітлені в темний час доби відповідно до вимог нормативів. Прожектори не повинні засліплювати працівників. Висота підвісу світильників загального освітлення, у тому числі прожекторів, повинна бути не менше 2,5 м.

Мають бути встановлені допустимі швидкості руху автотранспорту та інших транспортних засобів на будівельному майданчику. Встановити дорожні знаки в зонах обмеження швидкості, місцях стоянки та поворотів відповідно до вимог ДСТУ 4100-2002.

Вимоги безпеки при зберіганні матеріалів, виробів і конструкцій

Матеріали повинні постачатися і зберігатися відповідно до плану виконання робіт (ПВР). Матеріали, вироби та конструкції повинні зберігатися на будівельному майданчику в штабелях або на спеціально відведених стелажах.

Для матеріалів і виробів, які потребують закритого зберігання, влаштовуються навіси або склади, а для пилоподібних матеріалів - силоси, бункери, засіки, бункери і т.п. Всі довгомірні матеріали і конструкції повинні зберігатися в штабелях на спеціально обладнаних горизонтальних майданчиках. Матеріали, що вивозяться для ремонту доріг, повинні зберігатися на майданчику або на узбіччі. Якщо матеріали зберігаються на узбіччі дороги, місце складування повинно бути огорожене дорожніми знаками. *Зберігання матеріалів на укосах насипів або виїмок не дозволяється.*

Для відведення поверхневих вод майданчики для зберігання матеріалів повинні мати ухил від 1° до 2° у бік кордону, а якщо вони розташовані на схилі, то водовідведення повинно бути забезпечено канавами на підвищенні. Взимку перед складуванням матеріалів необхідно прибирати сніг і лід. Під час зберігання матеріалів, конструкцій та виробів необхідно вживати заходів, що запобігають їх несанкціонованому переміщенню (наприклад, падінню, перекочуванню, обваленню або перекиданню). Забороняється притуляти (спирати) матеріали або вироби до огорож або інших конструкцій.

Штабелі піску, гравію, щебеню та інших сипучих матеріалів повинні бути нахилені під кутом, що відповідає природному ухилу відповідного матеріалу, або огорожені підпірними стінками. Між сусідніми штабелями (стелажамі) на складі повинні бути передбачені проїзди для транспортних засобів і вантажопідійомних механізмів, а також проходи для працівників шириною не менше 1 м. Відстань від місця зберігання матеріалів та обладнання до краю котловану або траншеї повинна визначатися з розрахунку стійкості схилу. У всіх випадках ця відстань повинна бути не менше 1 м.

Балони, що містять стиснуті гази, лакофарбові, мастильні та легкозаймисті рідини, а також ємності під ними, що підпадають під дію наказу Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19 жовтня 2004 року N 126 (реєстраційний N 1410/10009 у Міністерстві юстиції України від 4 листопада 2004 року (далі - НАПБ А.01.001- 2004)), повинні зберігатися окремо відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених Міністерством

надзвичайних ситуацій України (далі - НАПБ А.01.001-). *Балони зі скрапленим газом необхідно зберігати у вертикальному положенні в спеціальному приміщенні або металевій шафі з природною вентиляцією. Балони з киснем і зрідженим газом не можна зберігати в одному приміщенні.* Вентилі на балонах повинні бути закриті запобіжними ковпачками. Приймання, зберігання та видача балонів без ковпачків *забороняється.*

Отруйні речовини повинні зберігатися в окремому, добре вентильованому приміщенні (коморі). Приміщення для зберігання повинно бути обладнане попереджувальними табличками. Якщо в одному приміщенні зберігаються різні отруйні речовини, їх бирки повинні бути пофарбовані в колір відповідно до вимог ГОСТ 19433-88. "Грузы опасные. Классификация и маркировка".

Легкозаймісті рідини (наприклад, парафін, бензин) і мастильні матеріали повинні зберігатися в приміщеннях негорючих конструкцій або заглиблених під землю відповідно до правил пожежної безпеки. Відстань від складу, де зберігаються такі речовини, до сусідніх будівель має бути не менше 50 метрів.

Летючі або легкозаймісті рідини не можна зберігати або транспортувати у відкритих контейнерах. Ємності (наприклад, резервуари, цистерни), в яких зберігаються легкозаймісті рідини, повинні бути закриті герметичними кришками та замкнені. Легкозаймісті речовини повинні заповнюватися і розподілятися тільки через трубопроводи або насоси. Їх не можна розподіляти за допомогою відер, лопат, сифонів, шлангів або через рот. Легкозаймісті рідини слід зберігати тільки в герметичних контейнерах.

4.3 Вимоги безпеки під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг

4.3.1 Вимоги безпеки під час виконання будівельних робіт

Будівництво автомобільних доріг повинно здійснюватися відповідно до вимог ДБН В.2.3-4-2015. "Автомобільні дороги".

Перед початком будівництва земляного полотна автомобільної дороги смуга відведення повинна бути очищена від лісу та чагарнику (для доріг, що проходять

через гори та ліси), пнів, дрібної порослі, валунів тощо (для доріг, що проходять через пасовища).

Земля для будівництва дороги повинна бути розчищена відповідно до смуги відведення

При використанні вибухових речовин для корчування пнів і при дробленні великих валунів необхідно дотримуватися вимог безпеки при проведенні вибухових робіт. Під час розчищення доріг та валки дерев на відстані 50 м в обидва боки від місця проведення робіт повинні бути встановлені переносні попереджувальні знаки, наприклад, "Прохід заборонено, проїзд заборонено. Очищення лісу".

Забезпечити захисними касками працівників, які проводять розчищення лісу та підготовку лісосік до рубок.

Всі роботи, незалежно від пори року, проводити відповідно до вимог Правил охорони праці для працівників лісового господарства та лісової промисловості, затверджених наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 13.07.2005 N 119, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 22.09.2005 за N 1084/11364 (НПАОП 02.0-1.04-05).

Нахил, підйом і зберігання хлестів повинні здійснюватися тільки за допомогою важелів і якорів.

Перенесення або реконструкцію комунікацій повинна здійснювати тільки організація, яка їх експлуатує.

Для розчищення земельних ділянок для будівництва доріг слід використовувати спеціальну техніку, таку як кущорізи, корчувальні машини та машини для розпушування ґрунту. Такі роботи повинні виконуватися відповідно до вимог НПАОП 02.0-1.04-05. Перед початком роботи оператор кущоріза повинен перевірити надійність зчеплення з трактором, а також надійність і міцність огорожі, що захищає оператора від завалу скошеного чагарнику.

Під час роботи кущоріза необхідно дотримуватися таких вимог: дерева необхідно зрізати на висоті 0,03-0,05 м від землі і наносити не більше трьох ударів по дереву; піднімати та опускати навісне обладнання слід тільки після

зупинки двигуна; працюйте зі справним захисним огородженням; щити кущоріза та огородження не повинні закривати оператору огляд; якщо кущі або дерева заплуталися в гусеницях або інших частинах кущоріза, негайно зупиніть кущоріз і видаліть їх; при одночасному використанні двох кущорізів виділіть для кожного з них окрему ділянку на відстані не менше 40-50 м один від одного; при роботі в темний час доби кущоріз повинен бути оснащений освітлювальним пристроєм; у денний час на кущорізі повинні бути встановлені червоні попереджувальні прапорці. На барабані кущоріза та на лебідці, встановленій на тракторі, повинні бути справні гальма. Всі оператори повинні знаходитися від лебідки на відстані, не меншій за довжину троса до пня, який потрібно викорчувати та вивезти. Під час роботи керованого розпушувача з канатним блоком необхідно стежити за станом лебідки трактора, щоб не допустити перегріву гальм і тертя. Забороняється експлуатувати культиватор без кожуха на барабані лебідки.

Під час експлуатації культиватора дотримуйтесь наступних вимог: перед запуском культиватора повністю видаліть з оброблюваної ділянки каміння, пні, коріння тощо; опустіть навісне обладнання в робоче положення, зупиніться, а потім підійміть його для транспортування; не перебувати поблизу фрези при відкритому захисному кожусі.

Земляні роботи під час благоустрою території повинні виконуватися відповідно до вимог СНиП III-4-80* та згідно із затвердженими ПВР і технологічними картами. До початку робіт з благоустрою території необхідно забезпечити відведення поверхневих вод відповідно до вимог ПВР.

Будівництво доріг під час проведення земляних робіт повинно здійснюватися шляхом розташування узбіч доріг відповідно до природного кута нахилу ґрунту або шляхом встановлення шпунтового огородження

При під'їзді самоскидів заднім ходом до місця розвантаження ґрунту необхідно подавати короткий звуковий сигнал. При розвантаженні ґрунту з автомобіля-самоскида на насип відстань від задньої осі до брівки природного укосу насипу повинна бути не менше 2 м, а відстань від брівки до зовнішніх коліс

машини, що рухається по насипу, - не менше 1 м. При вивантаженні наносів оператор повинен знаходитися в зоні видимості оператора, але не ближче 5 м до місця вивантаження наносів.

На укосах повинні бути передбачені дерев'яні драбини з поручнями. Роботи з укріплення на мокрих або замерзлих схилах не допускаються. Роботи з укріплення укосів крутизною понад 45° повинні виконуватися під наглядом уповноваженої особи, а робітники повинні користуватися запобіжними поясами. Під час планування схилів, що виконується екскаваторами-планувальниками, працівникам забороняється перебувати в робочій зоні машини, на відстані 15 м нижче схилу + по обидва боки від підшви схилу вздовж фронту робіт. Встановити безперервний контроль за станом укосу під час відсипання та виїмки ґрунту, а в разі розмиву, деформації або зсуву - видалити працівників з небезпечної зони та вжити негайних заходів щодо усунення деформації укосу. Перекриття укосів необробленими плитами або укладання каменю в плетені кошики слід здійснювати тільки знизу вгору, тобто з підшви укосу, після влаштування упору (берми). У разі укріплення підстилаючого укосу шляхом посіву трави за допомогою гідромоніторів забороняється доступ сторонніх осіб у зону дії гідромонітора.

4.3.2 Вимоги безпеки при виконанні робіт з влаштування дорожнього одягу

При виконанні робіт з влаштування дорожнього одягу слід застосовувати механізми та технологічні процеси, які обмежують прямий вплив токсичних в'язучих матеріалів на працівників дорожніх робіт.

Перед початком робіт з будівництва або реконструкції дорожнього одягу необхідно: встановити засоби організації дорожнього руху на місці проведення робіт відповідно до вимог ДСТУ 4100-2002; встановити зони безпеки для працівників; розробити та затвердити схему в'їзду та виїзду транспортних засобів з території проведення робіт. Дорожні знаки повинні бути встановлені компанією, що виконує роботи. У темний час доби робоча зона повинна бути освітлена відповідно до ГОСТ 12.1.046-85. "ССБТ. Строительство. Нормы

освещения строительных площадок" (далі - ГОСТ 12.1.046-85) і ДБН В.2.5-28-2006.

Роботи повинні виконуватися дорожніми транспортними засобами, які рухаються в технологічному процесі здійснюються так: під час укладання щебеню та висівок на основу дорожнього одягу щебенерозподільником не дозволяється наближатися до краю укосу насипу більше ніж на 1,0 м; якщо щебенерозподільник приєднаний до самоскида, то за сигналом працівника, який знаходиться біля щебенерозподільника, самоскид повинен дати задній хід; працівникам забороняється заходити в бункер щебенерозподільника під час його роботи; працівникам забороняється заходити в бункер щебенерозподільника під час його роботи.

Під час укладання дорожнього покриття працівники повинні перебувати з навітряного боку від робочої техніки (наприклад, асфальтоукладальників, електричних культиваторів, ґрунтозмішувачів, дорожніх фрез і т.д.).

Працівники не повинні використовувати розкидачі профілю та ґрунтозмішувачі під час виконання робіт: затягувати болти вібратора при увімкненому вібраторі; стояти на корпусах ротора, віброкошарниках, стрічках конвеєра або інших робочих органах; регулювати натяг ременя вібратора або ремонтувати ремінь під час роботи віброплити; заповнення ґрунтозмішувача водою під час роботи; очищення форсунок під час роботи; очищення форсунок під час роботи. Чищення ротора і заміну лопатей проводити тільки після зупинки ротора і двигуна машини та встановлення машини на інвентарний майданчик.

Під час укладання асфальтобітумної суміші необхідно дотримуватися наступних вимог безпеки: розвантажувати самоскид тільки після сигналу машиніста укладальника; перед тим, як здати назад, водій повинен подати звуковий сигнал; під час вивантаження суміші з самоскида в бункер робітники повинні знаходитися на відстані не більше 1 м від нього.

Для відкривання заднього борту автосамоскида під час вивантаження бітумобетонної суміші в бункер асфальтоукладача необхідно використовувати спеціальні металеві гаки. Забороняється завантаження асфальтобетонної суміші

з автомобіля в бункер асфальтоукладача при недостатній видимості через густий туман. Для очищення кузова автосамоскида від залишків асфальтобетонної суміші необхідно використовувати спеціальний скребок або лопату з довжиною ручки не менше 2 м, стоячи на землі.

Під час роботи асфальтоукладальника та котка забороняється: перебувати в робочій зоні асфальтоукладача або котка під час його роботи; регулювати роботу механізму ущільнення; залишати без нагляду асфальтоукладальники та котки з працюючим двигуном; ремонт шнеків, живильників або інших механізмів.

Не допускається очищення крил приймального бункера від суміші під час руху асфальтоукладальника.

Під час укладання асфальтобетонних сумішей з поверхнево-активними речовинами та активаторами необхідно використовувати герметичні окуляри та універсальні респіратори.

Ємності для перевезення гарячого бітуму повинні бути конічної форми, звуженої вгорі, з кришкою із запірним пристроєм і ручкою для перенесення двома працівниками. Ємності повинні бути заповнені на 3/4 їх об'єму. Тачки для транспортування бітумобетонних сумішей повинні мати дві ніжки, а носилки для транспортування гарячого бітуму - бортики з трьох боків

Флаєри для розігріву катків, загладжувачів, граблів, асфальтоукладальників і лопат повинні бути легко пересувними на колесах. Використання рідкого палива в печах жаровні забороняється. Піч повинна бути розташована на узбіччі дороги на безпечній відстані для дорожніх робітників, пішоходів і транспортних засобів.

Оператор асфальтоукладальника повинен залишатися в робочій зоні (на платформі управління) до тих пір, поки двигун не зупиниться, а важіль управління не опиниться в нейтральному положенні. При виявленні несправності компонента асфальтоукладальника або розриву шланга гідроприводу необхідно негайно зупинитися, скинути тиск в системі і закрити місце розриву пробкою.

При заливці бетону рейкова форма повинна бути закріплена комплектом стандартних штифтів. Не дозволяється використовувати штирі, діаметр яких

менше 10% від діаметра отвору в нижній частині рейкової опалубки і довжина яких менше 0,8 м.

Перед укладанням бетонної суміші необхідно перевірити стійкість рейкової та конструкційної опалубки шляхом пробного пуску бетоноукладача з завантаженим бункером. Особливо ретельно слід перевіряти кріплення рейкової опалубки на стиках. Під час роботи бетоноукладача забороняється ставати на вібраційні та ріжучі бруси, класти на них інструменти та чистити бункер. Для запобігання самовільного руху бетоноукладача під час зупинки на вертикальному ухилі необхідно встановити гальмівні башмаки на формовану рейку. Рух самоскидів у зоні укладання цементобетонної суміші дозволяється тільки за сигналом приймача суміші. Під час укладання бетонних сумішей бетоноукладачами зі скользящими формами сторонні особи повинні перебувати на відстані не менше 5 м від укладальника. Під час роботи з бетоноукладачем з імітаційним шнуром бетоноукладач повинен бути закріплений за допомогою натяжної лебідки. Оператор, який натягує струну, повинен працювати в рукавицях. Не допускається перебування сторонніх осіб у зоні натягування струни. Очищати робочий орган асфальтоукладача тільки після повної зупинки двигуна. Працівники, зайняті встановленням штирів у вертикальні шви дорожнього одягу, не повинні залишати робоче місце до повної зупинки двигуна асфальтоукладача.

Працівники, які працюють зі швами вручну, повинні працювати в гумових рукавичках. Під час продування деформаційних швів стисненим повітрям від компресора працівники повинні користуватися захисними окулярами та респіратором. Оператори машин для різання деформаційних швів у затверділому бетоні повинні працювати в захисних окулярах. Ріжучі диски повинні бути закріплені на валу, надійно закріплені і закриті кожухом. Кожен ріжучий диск повинен бути встановлений вертикально без перекосів, щоб запобігти заклинюванню або пошкодженню під час різання.

Під час роботи відстань між комбінованими машинами повинна бути не менше 10 м. Розсіювання суміші під час вивантаження її з кузова транспортного засобу не допускається.

Для встановлення бортових каменів у проектне положення повинен використовуватися механізм, обладнаний спеціальними захватами. Монтаж і демонтаж бортових каменів повинен здійснюватися під наглядом наглядача. Ручне завантаження та розвантаження бортових каменів не дозволяється. Бортовий камінь повинен транспортуватися (переміщуватися) вручну чотирма працівниками одночасно, з використанням спеціальних кліщів, якщо навантаження на одного працівника не перевищує 50 кгс. Переміщення бортових каменів вручну шляхом перетягування за допомогою гаків не дозволяється. Бортовий камінь, що встановлюється на бетонну основу, повинен встановлюватися на цементному розчині. Бічні камені потрібно забити на дерев'яну підкладку, закріплену на камені спеціальними щипцями.

4.3.3 Вимоги безпеки при нанесенні дорожньої розмітки

При нанесенні на дорожнє покриття ліній безпеки та розділювальних смуг необхідно дотримуватися вимог ДБН В.2.3-4-2007. Зона виконання робіт повинна бути обладнана технічними засобами організації дорожнього руху відповідно до вимог ДСТУ 4100-2002.

Під час перерв у русі транспорту розмічальна машина повинна бути переміщена до місця нанесення розмітки. При нанесенні розмітки термопластиком маркувальними машинами необхідно дотримуватися таких вимог: температура термопластика в котлі повинна контролюватися за допомогою термопар або термометрів, щоб запобігти перегріванню машини для нанесення розмітки; працівники повинні носити брезентові рукавички при відкритті кришки котла; працівники зобов'язані використовувати манометр на редукторі газового балону для контролю правильності роботи газового пальника;

Газові пальники не можна використовувати у вологу погоду;

У разі витoku газу з системи необхідно негайно перекрити подачу газу;

Не заправляйте паливник легкозаймистими речовинами (наприклад, бензином) при працюючому двигуні та увімкненому паливнику; не нагрівайте шматки термопластика під час буксирування; при подачі холодного пластичного матеріалу в гарячий котел працівники повинні знаходитися збоку від котла.

При нанесенні нітрофарби на дорожнє покриття працівники повинні працювати в спецодязі, гумових рукавичках, захисних окулярах і респіраторях. На робочому місці повинна бути аптечка першої допомоги.

4.3.4 Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт

Проектом будівництва повинно бути передбачено двосмугове або односмугове відведення ділянки дороги, що ремонтується або реконструюється. Огородження та дорожня розмітка на місці проведення робіт повинні відповідати вимогам ДСТУ 4100-2002. Перед початком робіт оператори та машиністи дорожніх машин повинні бути ознайомлені з сигналами жестів і прапорців, порядком руху та маневрування дорожніх машин і транспортних засобів, місцями розворотів, під'їздів, місцями складування матеріалів та зберігання обладнання. При виконанні дорожніх робіт в межах смуги руху на дорозі, де рух транспорту не зупинено, працівники повинні носити жилети яскраво-помаранчевого кольору. При ремонті мостів (шляхопроводів) працівники повинні працювати в касках. Заходити під мости та шляхопроводи без каски заборонено.

Після закінчення денної зміни дорожні машини та обладнання повинні бути розміщені на майданчику для стоянки за межами дорожнього полотна. Бетоноукладальні комплекси, бітумоукладальні машини та інші нетранспортабельні машини, які залишаються на проїзній частині на ніч, повинні бути огорожені з обох боків інвентарними бар'єрними огороженнями з сигнальними ліхтарями, які вмикаються при недостатній видимості. Огородження повинні бути встановлені перед машиною на відстані не менше 10 м. У разі необхідності маневрування дорожніх машин на проїжджій частині під час ремонту доріг за межами робочої зони або на узбіччі виставляються

регулювальники руху з червоним прапорцем і гучномовцем (мегафоном). Швидкість руху дорожніх машин та механічного обладнання в зоні проведення робіт не повинна перевищувати 5 км/год.

4.3.5 Вимоги безпеки при поводженні з токсичними (отруйними) речовинами

Робочі місця, де застосовуються отруйні речовини (далі - ОР), а також склади їх зберігання повинні бути позначені знаками: "Стороннім вход заборонено", "Вогненебезпечно", "Не палити", "Не проводити зварювальні роботи" і т.п. Роботи, пов'язані з реакціями хімічних речовин, змішаних з ґрунтом, повинні проводитися в умовах, коли на будівельному майданчику відсутні люди, сторонні особи, домашні тварини, птахи і т.д. При використанні ОР слід дотримуватися вимог СН-245-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств, а також враховувати вимоги відповідно до СНиП III-4-80*.

При поводженні з вапном необхідно дотримуватися наступних вимог: гашене вапно необхідно транспортувати в цементовозах або герметичних контейнерах, обладнаних пневматичними пристроями для завантаження і розвантаження; гашене вапно необхідно перевозити в цементовозах або герметичних контейнерах, обладнаних пневматичними пристроями для завантаження і розвантаження.

При роботі з каустичною содою заборонено: брати каустичну соду вручну; розмільчати і транспортувати каустичну соду вручну, а також готувати розчини каустичної соди; і

Розчини добавок слід готувати у відкритих ємностях з механічними мішалками, механізмами подачі та насосами для перекачування розчину. Ємність для змішування повинна бути огорожена, щоб запобігти розбризкуванню та піноутворенню розчину на працівників, які виконують роботи з приготування розчину. Відстань від ємності з розчином дивінілстирольного термопластичного еластомеру (ДСТ) і полімербітумного в'язучого (ПБВ) до інших споруд або будівель повинна бути не менше 50 м, а між ємністю і бітумним котлом - не менше 10 м. Не допускається нагрівання

бітумного котла під час впорскування розчину ДСТ в розігрітий бітум. Розчин ДСТ повинен впорскуватися в бітум тільки кінцем шланга вниз. Використання обводненого бітуму заборонено. Приготування ПБВ дозволяється тільки в денний час і під наглядом відповідального працівника.

Під час приготування ПБВ і асфальтобетонних сумішей з полімерними добавками в лабораторії повинна бути забезпечена припливно-витяжна вентиляція з 15-20-кратним повітрообміном. Лабораторне обладнання (наприклад, гідравлічні преси для формування зразків асфальтобетону, ємності для термічної обробки суміші, ваги, термостати) слід встановлювати під витяжною шафою або навісом. У разі застосування токсичних речовин, їх використання на робочому місці повинно бути тільки для виконання одного завдання і не повинно перевищувати змінних потреб.

Токсичними речовинами вважаються добавки, що вводяться в бетон для зменшення витрати цементу і поліпшення властивостей бетонної суміші. Нітрит і нітрат натрію, нітрит кальцію, нітрит-нітрат кальцію і нітрит-нітрат-кальцій хлористий повинні зберігатися в окремих складах. Їх не можна зберігати в одному приміщенні з кислотами. У приміщеннях, де зберігаються кристали нітриту і нітрату натрію, не можна палити і користуватися відкритим вогнем. У разі виникнення пожежі гасити тільки вогнегасниками або піском. Ємності для зберігання або приготування хімічних добавок повинні бути позначені попереджувальним написом "Отрута". Приміщення для приготування бетонних сумішей з хімічними добавками повинні бути забезпечені штучною вентиляцією. Прийом їжі в приміщеннях зберігання або приготування розчинів забороняється. Фактичну концентрацію шкідливих речовин у повітрі робочої зони необхідно перевіряти відповідно до ГОСТ 12.1.005-88. Відповідно до "ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (далі - ГОСТ 12.1.005-88), а також при зміні кольору плівкоутворюючого матеріалу та при значних змінах умов праці не рідше одного разу на квартал необхідно перевіряти якість матеріалу у спеціалізованій лабораторії, яка призначена для цієї мети. Повинна проводитися.

Щоб запобігти шкідливому впливу цих речовин, дотримуйтеся наступних правил: під час роботи одягайте чистий спецодяг і спецвзуття; у місцях розпилення плівкоутворювачів, де концентрація шкідливих речовин у повітрі перевищує гранично допустимі концентрації, користуйтеся ізольованим протигазом типу ПС-1, ДПА-5 або КПП-5; ослабте пробку балона з плівкоутворювальною рідиною спеціальним ключем, щоб дати можливість парам розчинника, що накопичилися в балоні, поступово вийти. Не відкривайте кришку, вдаряючи по ній чим-небудь. Не розбризкуйте плівкоутворювальну рідину вручну віником або щіткою, а використовуйте шланг або відро. Перед початком роботи перевірте стан і надійність шлангів і трубопроводів, а також справність манометрів, щоб виключити протікання і витікання рідини.

4.4 Заходи щодо забезпечення безпеки будівельних процесів

Небезпечні зони повинні бути позначені знаками згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" ДСТУ Б А.3.2-15:2011 "Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків" і огороження згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.8-43:2011 "Огороження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови".

До будівельних робіт дозволяється приступати лише при наявності ПВР, узгодженого в установленому порядку.

На будівельних майданчиках особливу увагу необхідно приділяти захисту робочих місць від дорожньо-транспортних пригод і можливості випадкового потрапляння пішоходів у зону будівельно-монтажних робіт. Будівельний майданчик повинен бути огорожений інвентарною огорожею з постановою вздовж неї червоних сигнальних ліхтарів. Встановлюються попереджувальні дорожні знаки на підходах. У темний час доби будівельний майданчик необхідно освітлювати щогловим освітленням згідно з нормативами.

Складування будівельних конструкцій і виробів по висоті не повинно перевищувати норм, передбачених ДБН А.3.2-2-2009 "Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві".

Електробезпека на будівельних ділянках робіт і робочих місцях повинна забезпечуватися згідно з вимогами ДСТУ Б А.3.2-13:2011 "Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги".

Робітники, зайняті на дорожньому будівництві, повинні забезпечуватися індивідуальними засобами захисту:

- захисними окулярами з силікатним склом – для захисту органів зору від уламків твердих матеріалів, грубого пилу та бризок неагресивних рідин;
- захисними окулярами з оправою коробчастого типу – для захисту очей від бризок агресивних рідин, а, також при обробці металу, дерева, в разі роботи з піском і цементом;
- захисними окулярами з затемненим склом – для захисту очей від сліпучого яскравого світла, дії прямих ультрафіолетових і інфрачервоних променів;
- протишумовими навушниками – для захисту органів слуху від дії високочастотного шуму з рівнем 110...120 дБ;
- захисними рукавицями – для захисту рук від дії локальної вібрації під час роботи з пневмоінструментом;
- віброзахисним взуттям – для захисту ніг в умовах підвищеної вібрації;
- гумовими рукавицями та калошами – для захисту від електричного струму при роботі на електроустановках з напругою до 1000 В.



Рисунок 4.1 – Захист органів зору (захисні окуляри)



Рисунок 4.2 - Захист органів слуху (беруші, протишумові навушники)



Рисунок 4.3 - Рукавички для захисту від вібрації

Спецодяг для дорожніх робітників (комбінезони, халати) шують із тканин з високою міцністю на розрив та стирання.

У разі виконання робіт в зоні руху транспорту робітникам видаються сигнальні куртки.

Основним заходом щодо захисту робочого персоналу в період будівництва, за умови перевищення нормативного рівня шуму (101,9 дБА), є необхідність застосування шумозахисних навушників (берушів), що забезпечуватимуть зниження рівня шуму мінімум на 21,9 дБА.

4.5 Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин

При роботі з машинами і механізмами робітники повинні дотримуватися правил по техніці безпеки.

Для запобігання нещасних випадків на будівництві особливу увагу необхідно приділити експлуатації вантажопідіймальних машин. Правила їх експлуатації викладені в ДСТУ prEN 12937-2002 "Безпечність машин. Технічні правила та вимоги до підіймально-транспортних засобів (prEN 12937:1997, IDT)".

Розміщення будівельних машин визначається таким чином, щоб забезпечити простір, достатній для огляду робочої зони і маневрування за умови дотримання відстані безпеки поблизу незакріпленої виїмки, штабелів вантажів, устаткування.

Особи, які є відповідальними за стан машин, повинні не пізніше одного разу за 10 днів перевіряти їх технічний стан і порядок проведення огляду кожної зміни.

Адміністрація організації, яка проводить будівельно-монтажні роботи з застосуванням машин, зобов'язана назначати ІТП, які відповідають за безпеку проведення робіт.

Зазначені працівники повинні призначуватися після перевірки в організації, де вони працюють, знань, правил і інструкцій по безпечному виробництву робіт з машинами, які використовуються.

В зоні роботи машини повинні бути встановлені на видному місці знаки безпеки, а на машині нанесені попереджувальні написи. Лишати без нагляду машини з включеним двигуном не допускається. При експлуатації машин повинні бути прийняті заходи, які допоможуть попередити їх перекидання або самовільне переміщення під дією вітру чи при наявності похилої місцевості.

Водій машини повинен мати спецодяг, захисні окуляри й індивідуальний пакет першої медичної допомоги.

Перед початком роботи машину потрібно оглянути та перевірити її технічний стан: справність гальм, електроосвітлення, системи керування, ходового обладнання тощо. Робота на несправній машині забороняється.

Щоб запобігти пожежі при заправці машин паливом, не можна курити та користуватися вогнем. У разі спалаху палива полум'я треба засипати піском, землею або накрити брезентом. Не можна заливати полум'я водою.

Якщо машина працює на свіжовідсипаному насипі, то слід її колеса не повинен знаходитися ближче 1 м від краю насипу.

На машині забороняється проводити ремонтні роботи під час руху. Технічне обслуговування машини повинно виконуватися при зупиненому двигуні. Якщо машину піднімають домкратом, його потрібно встановлювати на надійні підкладки.

Після зупинки машини навіть на короткий час її потрібно надійно загальмувати, а під ходове обладнання поставити підкладки. Якщо з виробничої потреби машина зупиняється на узбіччі дороги, вона має бути огорожена знаками: вдень – червоними прапорцями, вночі – червоними ліхтарями.

З водіями періодично проводять інструктаж з питань охорони праці. Крім уже названих загальних правил, вони вивчають спеціальні правила безпеки праці на різних типах транспортних і вантажопідіймальних машин, силового обладнання, а також основи технології будівництва автомобільних доріг.

4.6 Заходи по пожежній безпеці

Забезпечення пожежної безпеки проводити у відповідності з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги".

На будівельній ділянці повинні бути організовані пожежні пости з протипожежними засобами, а також визначені особливо небезпечні зони у пожежному відношенні та режими роботи цих зон.

Заходи по пожежній безпеці при виконанні будівельних робіт повинні бути розроблені у ПВР. Будівельна ділянка повинна бути забезпечена необхідними протипожежними засобами, інвентарем.

Відповідальність за пожежну безпеку будівельної ділянки, наявність та справне утримання засобів пожежогасіння, своєчасне виконання передбачених проектом протипожежних заходів несуть (призначаються наказом) керівники проведення робіт на цих ділянках.

Відповідальність за пожежну безпеку побутових, допоміжних та підсобних приміщень несуть посадові особи, яким підпорядковані вказані приміщення.

Тимчасові споруди, підсобні приміщення, а також будівельні майданчики повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння.

До споруд, у тому числі й тимчасових, місць відкритого зберігання будівельних матеріалів, конструкцій та устаткування має бути забезпечений вільний під'їзд.

Для опалення інвентарних будівель повинні використовуватися масляні калорифери. Сушіння одягу та взуття повинно проводитись у спеціально пристосованих для цієї мети приміщеннях із застосуванням масляних калориферів.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожний громадянин зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном в пожежну охорону. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, місце виникнення пожежі, обстановку пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;
- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- у разі необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо).

По прибутті на пожежу пожежних підрозділів повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх на територію об'єкта.

Після прибуття пожежного підрозділу адміністрація та технічний персонал на об'єкті зобов'язаний брати участь у консультуванні керівника гасіння про конструктивні і технологічні особливості об'єкта, де виникла пожежа, організувати залучення до вжиття необхідних заходів, пов'язаних із ліквідацією пожежі та попередженням її розвитку, сил та засобів об'єкта.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Аналіз наукових досліджень доводить, що питання надійності дорожнього одягу стоїть гостро як в Україні, так і закордоном. Конструкція дорожнього одягу суттєво залежить від мети використання та умов експлуатації. В кожному окремому випадку при розрахунку конструкції береться склад та інтенсивність руху транспортних засобів, кліматичне районування, тип місцевих матеріалів, які можливо застосувати при будівництві та ремонті автомобільної дороги.

В магістерській роботі встановлено параметри проектування об'їзної автомобільної дороги О151101 (Миколаїв – Херсон) – Любомирівка – Першотравневе – (Казанка – (Р-47)) км 0+000 – км 11+000, Вітовського району, Миколаївської області. Також розроблено три варіанти дорожнього одягу для виконання техніко-економічного порівняння. Першим варіантом передбачено влаштування цементобетонного покриття. У другому та третьому варіантах запропоновано використання нежорсткого дорожнього одягу з відмінністю використання у шарі покриття в другому варіанті щільного асфальтобетону на полімермодифікованому бітумі, в третьому варіанті на звичайму бітумі дорожньому.

Згідно проведених розрахунків найбільший запас міцності при даному складі потоку транспортних засобів має варіант 1 з жорстким дорожнім одягом. При цьому другий та третій варіанти вважають рівноцінними, оскільки різниця запасу міцності становить не більше 5%.

Проведений економічний розрахунок варіантів також показує, що дорожній одяг з цементобетонним покриттям є найдешевшим варіантом. Це пояснюється тим, що в складі нежорстких покриттів присутній бітум, який в Україну завозиться із-за кордону, а матеріали жорсткого дорожнього одягу локалізовані в межах України, а також високими цінами на нафту в світі.

Отже, найбільш ефективною конструкцією для застосування на об'їзній автомобільній дорозі припортового міста є дорожній одяг з жорстким покриттям з цементобетону.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кривобок О. В., Биковець М. М. Аналіз доцільності застосування конструкцій жорсткого дорожнього одягу під час відновлення автомобільних доріг в Україні. *Дороги і мости*. Київ, 2023. Вип. 28. С. 134–143. DOI: 10.36100/dorogimosti2023.28.134
2. Dwi Kardianto, R., Winiastri, L. and Rozi, F. 2023. PLANNING OF SERVICE ROAD THICK PAVEMENT FROM THE NEW TERMINAL TO THE CARGO TERMINAL AT H.HASAN AROEBOSMAN AIRPORT ENDE. *Proceeding of International Conference of Advance Transportation, Engineering, and Applied Social Science* . 2, 1 (Nov. 2023), 812–817. DOI:<https://doi.org/10.46491/icateas.v2i1.1745>.
3. Tereshchenko, Tatiana & Illiash, Sergii. (2022). Scopes of standard methods for testing road pavements by loading. *Avtoshliakhovyk Ukrayiny*. 1. 66-74. 10.33868/0365-8392-2022-1-269-2-66-74.
4. Bilski, Marcin et al. Initiation of initial conditions in a model for thermal analysis of road pavement structures. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, [S.l.], v. 22, n. 3, p. 275-285, sep. 2023. ISSN 2449-769X. Available at: <>. Date accessed: 05 Jan. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.7409/rabdim.023.014>.
5. Онищенко, А.М., Ковальчук, В.В., Загородній, О.В. і Мороз, В.С. 2023. Визначення залишкового строку служби модифікованого полімером асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3, 1 (123) (Чер 2023), 41–51. DOI:<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279006>.
6. Mingjing Fang, Yiming Chen, Yungang Deng, Zhe Wang, Mengjun Zhu, Toughness improvement mechanism and evaluation of cement concrete for road pavement: A review, *Journal of Road Engineering*, Volume 3, Issue 2, 2023, Pages 125-140, ISSN 2097-0498, <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2023.01.005>.

7. Онищенко А. М., Цепелев С. Ю., Чиженко Н. П. Прогнозування довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг від дії транспортних засобів. Дороги і мости. Київ, 2022. Вип. 25. С. 77–86. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.077>

8. М. Б. Курган, Д. М. Курган, О. Ф. Лужицький та ін. Оцінка варіантів дорожнього покриття на основі методу аналізу ієрархій. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. Дніпро, 2023. Вип. 24. С. 37–49. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2023/291856>

9. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. ДБН В.2.3-4-2015. [Текст] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 91 с.

10. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зміна №1. ДБН В.2.3-4-2015. [Текст] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 28 с.

11. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зміна №2. ДБН В.2.3-4-2015. [Текст] – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 15 с.

12. Галузеві будівельні норми України. Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт. Організаційно-методичні, економічні і технічні нормативи [Текст]: ГБН Г.1-218-182:2011. – К.: Укравтодор,, 2011. - 17 с.

13. Галузеві будівельні норми України. Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування. ГБН В.2.3-37641918-557:2016. [Текст]. – 2016. – 75 с.

14. Данелюк, В. 2019. БЕТОННІ ДОРОГИ – ШЛЯХ В МАЙБУТНЄ. Будівельні матеріали та вироби. 1-2(100) (Сер 2019), 48–50. DOI:<https://doi.org/10.48076/2413-9890.2019-100-09>.

15. Пиріг Я.І., Ільїн Я.В., Роман П.С. Властивості асфальтобетонів, виготовлених на спеціальних дорожніх бітумах. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. № 16 (2021), 143-145. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6\(16\)-19](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6(16)-19)
16. M, Prof & Adhav, Anuj & Jain, Harsh & Salve, Abhilasha & Shejul, Prem & Rathod, Umesh & Rajput, Karan. (2023). Economical Formation Level for Road Pavement. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 11. 669-673. 10.22214/ijraset.2023.51568.
17. Кривобок О. В., Биковець М. М. Аналіз доцільності застосування конструкцій жорсткого дорожнього одягу під час відновлення автомобільних доріг в Україні. Дороги і мости. Київ, 2023. Вип. 28. С. 134–143.
18. Безуглий А. О. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструкцій дорожнього одягу / А. О. Безуглий, С. І. Ілляш, О. Ю. Тимошук. // Дороги і мости. – 2015. – №15. – С. 27–34.
19. НПАОП 45.2-7.02-12 Охорона праці і промислова безпека у будівництві
20. Земляні роботи : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 157 с.
21. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва – К.: державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», 2016. – 54 с.

ДОДАТОК А
Розрахунки конструкцій дорожнього одягу

Розрахунок дорожнього одягу за допустимим пружним прогином
Вихідні дані для розрахунку конструкцій дорожнього одягу

№ пп	Параметр	Один. вимір.	Показник	Обґрунтування
1	Технічна категорія автомобільної дороги		IV	ДБН В.2.3-4:2015
2	Тип дорожнього одягу		Капітальний	табл. 8.1 ДБН В.2.3-4:2015
3	Нормативне статичне навантаження на вісь А2	кН	115	табл. Б додатку Б ДБН В.2.3-4:2015
4	Нормативне статичне навантаження на поверхню покриття від колеса розрахункового автомобіля	кН	57,5	табл. Б додатку Б ДБН В.2.3-4:2015
5	Тиск повітря в шині	МПа	0,8	табл. Б додатку Б ДБН В.2.3-4:2015
6	Діаметр відбитка колеса D_n	м	0,303	табл. Б додатку Б ДБН В.2.3-4:2015
7	Діаметр відбитка колеса рухомого автомобіля D_d	м	0,345	табл. Б додатку Б ДБН В.2.3-4:2015
8	Термін служби покриття з асфальтобетону	років	13	табл. Е додатку Е ДБН В.2.3-4:2015
9	Термін служби цементобетонного покриття	років	23	табл. Е додатку Е ДБН В.2.3-4:2015
10	Дорожньо-кліматичний район		III	табл. Г додатку Г ДБН В.2.3-4:2015
11	Район за умовами роботи асфальтобетонного покриття		A-5	табл. Д додатку Д ДБН В.2.3-4:2015
12	Річний приріст інтенсивності дорожнього руху	%	4	
13	Коефіцієнт надійності K_n		0,85	табл. 8.2 ДБН В.2.3-4:2015
14	Характеристика надійності β		1,035	табл. 6.1 ГБН В.2.3-37641918-557:2016
15	Коефіцієнти запасу, $K_{мц}$: - згин монолітних шарів; - пружний прогин; - зсув у незв'язних шарах		1,27 1,29 1,38	табл. 6.1 ГБН В.2.3-37641918-557:2016
16	Кількість розрахункових днів на рік	днів	130	табл. 6.4 ГБН В.2.3-37641918-559:2019
17	Коефіцієнт ймовірності відхилення сумарної інтенсивності від середньої, K_n		1,31	табл. 6.5 ГБН В.2.3-37641918-559:2019
18	Глибина промерзання	м	70	Рис. 7.2 ГБН В.2.3-37641918-559:2019

№ пп	Тип транспортного засобу	Середньорічна інтенсивність дорожніх транспортних засобів на добу	Коефіцієнт приведення до легкового автомобіля	Середньорічна інтенсивність приведених транспортних засобів на добу	Коефіцієнт приведення до розрахункового навантаження	Розрахункових транспортних засобів на добу
1	Легкові (3,25т)	362	1	362	0,00096	0,35
2	Мікроавтобуси (3,5т)	88	1,5	132	0,00132	0,12
3	Автобуси середні (15т)	38	3,0	114	0,47038	17,87
4	Автобуси важкі (26т)	22	3,0	66	1,42854	31,43
5	Вантажні легкі (3,5т)	48	2,0	96	0,00132	0,06
6	Вантажні середні (8,6т)	62	3,0	186	0,06502	4,03
7	Вантажні важкі (20,5т)	78	3,5	273	1,86754	145,67
8	Тягачі з напівпричепом (38т)	166	6,0	996	1,90295	315,89
9	Тягачі з причепом (42т)	22	6,0	132	2,28768	50,33
	Разом	886		2357		566

Варіант 1 (рекомендований)

№ пп	Матеріал шару	h шару, см	Модуль пружності E, МПа		
			Пружний прогин	Зсув	Розтяг при згині
1	Бетон важкий В30 (М400) В _{btb} 4,0 (R _{tb} 50)	20	32400	1600	-
2	Щебенево-піщана суміш С-7, укріплена цементом М20	18	400	-	-
3	Щебінь М1000-1400, влаштований за способом заклинки	20	180	-	-
4	Ґрунт – суглинок легкий	-	100	-	-

Визначення параметрів розрахункового навантаження

$$\sum N_p = 0.7 \times T_{pdp} \times K_n \times K_c \times N_{1p}$$

$$K_c = \frac{q^T - 1}{q - 1} = \frac{1.04^{23} - 1}{1.04 - 1} = 36.62$$

$$\sum N_p = 0.7 \times 130 \times 1.31 \times 36.62 \times 566 = 2470856 \text{ осей за 23 роки}$$

Розрахунок монолітного цементобетонного покриття

$$K_{mц} < \frac{K_p * R_i^p}{\sigma_{pt}}$$

$$K_{mц} = 1.39$$

$$K_p = 1.5$$

$$R_i^p = 3.43 \text{ (35) МПа (кгс/см}^2\text{)}$$

Пошаровий розрахунок дорожнього одягу на основі теорії пружного на півпростору:

$$1) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{TP}}{E^2} = \frac{100}{180} = 0.56; \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_2}{D} = \frac{20}{34.5} = 0.58; \frac{E_{3ар}^2}{E^2} = 0.72;$$

$$E_{3ар}^2 = 0.72 \times E^2 = 0.72 \times 180 = 130 \text{ МПа.}$$

$$2) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{3ар}^1}{E^1} = \frac{130}{400} = 0.33; \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_4}{D} = \frac{18}{34.5} = 0.52; \frac{E_{3ар}^1}{E^1} = 0.51;$$

$$E_{3ар}^1 = 0.51 \times E^1 = 0.51 \times 400 = 204 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{pt} = \frac{Q_p * K_M * 60 * K_{умв} * K_{шт} * \left(0.0592 - 0.09284 * \ln\left(\frac{R}{l_{пп}}\right) \right)}{h^2 * K_t} =$$

$$\frac{57.5 * 1.5 * 60 * 0.66 * 1 * \left(0.0592 - 0.09284 * \ln\left(\frac{15.13}{57.5}\right) \right)}{20^2 * 0.84} = 0.66 \text{ МПа}$$

$$l_{пп} = h \sqrt[3]{\frac{E(1-\mu_0^2)}{6E_0^e(1-\mu^2)}} = 20^3 \sqrt[3]{\frac{3.24 * 10^4 (1-0.35^2)}{6 * 204 (1-0.15^2)}} = 20^3 \sqrt[3]{\frac{28431}{1196.46}} = 57.5 \text{ см}$$

$$1.39 < \frac{1.5 \cdot 3.43}{0.66} = 7.79$$

Необхідність влаштування швів розширення

$$\sigma_t^{\text{доп}} = 0.031\sqrt{E} \cdot \gamma \cdot h = 0.031\sqrt{3.24 \cdot 10^4} \cdot 2.5 \cdot 0.2 = 2.79 \text{ МПа}$$

$$\sigma_t^{\text{доп}} < 2B_{\text{тб}} = 2 \cdot 4 = 8, \text{ отже шви розширення не влаштовуються}$$

Діаметр штирів у швах стискання

$$d_{\text{шт}} = \sqrt{\frac{10 \cdot P_{\text{шт}}}{A_d \cdot R_c \cdot \pi \cdot K_d}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 25.88}{3 \cdot 32 \cdot 7 \cdot 0.75}} = 0.72 \text{ см}$$

$$P_{\text{шт}} = 0.9 \cdot Q_p \cdot \left(1 - \frac{\omega_{\text{шт}}}{\omega_{\text{шт}}}\right) = 0.9 \cdot 57.5 \cdot \left(1 - \frac{1.5}{3}\right) = 25.88 \text{ см}$$

Довжина штирів у швах стискання

$$L = 20d + 5 + 5 + 8 = 20 \cdot 0.72 + 5 + 5 + 8 = 32.4 \text{ см}$$

Діаметр штирів у поздовжніх швах

$$F_a = \frac{0.2 \cdot B \cdot h \cdot \gamma \cdot (f+i)}{R_s} = \frac{0.2 \cdot 350 \cdot 20 \cdot 2.5 \cdot (1.5 + 0.05)}{4078} = 1.33 \text{ см}^2/\text{м} = 133 \text{ мм}^2/\text{м}$$

Приймаємо $d_{\text{шт}} = 1.4 \text{ см}$, кожні 20 см

$d_{\text{шт}} = 2.2 \text{ см}$, кожні 50 см

Довжина штирів у поздовжніх швах

$$L = 40d + 5 = 40 \cdot 1.4 + 5 = 61 \text{ см}, \text{ приймаємо } 80 \text{ см}$$

Розрахунок основи

Розрахунок за критерієм недопустимих уступів між плитами

$$q_{\text{розр}} = \frac{27.4 \cdot Q_p \cdot m_{\text{ст}}}{(L^T)^2} = \frac{27.4 \cdot 57.5 \cdot 0.7}{1.438^2} = 0.053 \text{ МПа}$$

$$L^T = 2.5h \sqrt[3]{\frac{E(1-\mu_0^2)}{6E_0^e(1-\mu^2)}} = 2.5 \cdot 20 \cdot \sqrt[3]{\frac{3.24 \cdot 10^4(1-0.35^2)}{6 \cdot 204(1-0.15^2)}} = 143.8 \text{ см}$$

$$q_{\text{доп}} = \frac{m}{100K_H} [n_j A_1 L^T \gamma_{\text{гр}} + n_q A_2 (h + h_0 + h_{\text{в.о.}}) \gamma_{\text{гр}} + n_0 A_3 C] = \frac{1.3}{100 \cdot 1.1} [0.75 \cdot 0.765 \cdot 1.438 \cdot 1.84 + 2.5 \cdot 4.17(0.2 + 0.18) \cdot 1.84 + 1.3 \cdot 6.675 \cdot 0.018] = 0.0118 \cdot (1.52 + 7.29 + 0.16) = 0.106 \text{ МПа}$$

$$q_{\text{розр}} \leq q_{\text{доп}}, \text{ умова виконується}$$

Розрахунок на роботу конструкції у пружній стадії при даному рівні надійності

ОСНОВИ

Попередньо визначену дорожню конструкцію приводимо до двошарової розрахункової моделі. Нижнім шаром моделі вважаємо ґрунт основи (суглинок легкий) з такими характеристиками: $E_H = 100 \text{ МПа}$; $\varphi = 25^\circ$; $c = 0.026 \text{ МПа}$. Модуль пружності верхнього шару моделі розраховуємо за формулою:

У зоні швів:

$$E_B = \frac{1600 * 20 + 400 * 18 + 180 * 20}{20 + 18 + 20} = 738 \text{ МПа}$$

$$\text{Для відношень } \frac{E_B}{E_H} = \frac{738}{100} = 7.38 \text{ та } \frac{h_B}{D} = \frac{58}{34.5} = 1.68$$

$$\tau_a = 0.016 \text{ МПа}$$

$$\tau_B = 10^{-5} * (5 - 0.3 * \varphi) * \sum_{i=1}^n h_i = 10^{-5} * (5 - 0.3 * 25) * 58 = -0.00145$$

$$T = \tau_H + \tau_B = \tau_a * p + \tau_B = 0.016 * 0.8 - 0.00145 = 0.01135 \text{ МПа}$$

$$T_{гр} = c_{гр} * k_1 * k_2 * k_3 = 0.026 * 1 * 0.81 * 1.5 = 0.032 \text{ МПа}$$

$$k_2 = 1.816 - 0.15 * \ln\left(\frac{\sum N_p}{(T_{рдр} * T_{сл})}\right) = 1.816 - 0.15 * \ln\left(\frac{2470856}{130 * 23}\right) = 0.81$$

$$K_{мц} = 1.42 \leq \frac{T_{гр}}{T} = \frac{0.032}{0.01135} = 2.82$$

Варіант 2

№ пп	Матеріал шару	h шару, см	Модуль пружності E, МПа		
			Пружний прогин	Зсув	Розтяг при згині
1	Асфальтополімербетон щільний на бітумі БМПА 60/90-53 на основі термоеластоластів, Тип А	5	5000	3000	5500
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Типа А, Марка І	10	3200	1080	4500
3	Щебенево-піщана суміш укріплена цементом М20	15	400	-	-
4	Піщано-гравійна суміш оптимального складу	25	180	-	-
5	Ґрунт – суглинок легкий	-	100	-	-

Визначення параметрів розрахункового навантаження

$$\sum N_p = 0.7 * T_{рдр} * K_n * K_c * N_{1p}$$

$$K_c = \frac{q^T - 1}{q - 1} = \frac{1.04^{13} - 1}{1.04 - 1} = 16.63$$

$$\sum N_p = 0.7 * 130 * 1.31 * 16.63 * 566 = 1122074 \text{ осей за 13 роки}$$

Розрахунок дорожнього одягу за допустимим пружним прогином

Розрахунковий потрібний модуль пружності на поверхні дорожнього одягу:

$$E_{потр} = 42.843 * \ln\left(\sum N_p\right) - b = 42.843 * \ln(1122074) - 315.68 = 281 \text{ МПа}$$

Згідно з пунктом 6.3.2 ГБН В.2.3-37641918-559:2019 для автомобільних доріг IV технічної категорії при розрахунковому навантаженні A_2 $b=315,68$

За табл. 6.6 ГБН В.2.3-37641918-559:2019 мінімальний потрібний модуль пружності на поверхні дорожнього одягу становить $E_{потр}=190$ МПа, мінімальний потрібний модуль пружності під шарами асфальтобетону становить $E_{потр. основи}=80$ МПа.

Для подальших розрахунків приймається $E_{потр}=281$ МПа

Пошаровий розрахунок дорожнього одягу на основі теорії пружного напівпростору.

$$1) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{rp}}{E^4} = \frac{100}{180} = 0.56; \quad \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{25}{34.5} = 0.73; \quad \frac{E_{заг}^4}{E^4} = 0.76;$$

$$E_{заг}^3 = 0.76 \times E^4 = 0.76 \times 100 = 76 \text{ МПа.}$$

$$1) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E^4}{E^3} = \frac{76}{400} = 0.19; \quad \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{15}{34.5} = 0.44; \quad \frac{E_{заг}^3}{E^3} = 0.33;$$

$$E_{заг}^3 = 0.33 \times E^3 = 0.33 \times 400 = 132 \text{ МПа.}$$

$$2) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E^3}{E^2} = \frac{132}{3200} = 0.04; \quad \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{10}{34.5} = 0.29; \quad \frac{E_{заг}^2}{E^2} = 0.09;$$

$$E_{заг}^2 = 0.09 \times E^2 = 0.09 \times 3200 = 288 \text{ МПа.}$$

$$3) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{заг}^2}{E^1} = \frac{288}{5000} = 0.06; \quad \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_1}{D} = \frac{5}{34.5} = 0.15; \quad \frac{E_{заг}^1}{E^1} = 0.08;$$

$$E_{заг}^1 = 0.08 \times E^1 = 0.08 \times 5000 = 400 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт надійності:

$$\frac{E_{заг}}{E_{потр}} = \frac{400}{281} = 1.42 > 1.29$$

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за умовою зсувостійкості.

Розрахункове активне напруження зсуву:

$$T = \tau_H + \tau_B = (\tau_a \times \rho) + \tau_B$$

Для визначання τ_a конструкція дорожнього одягу приводиться до двошарової.

В якості нижнього шару приймається суглинок легкий $E_{гр}=100$ МПа $\varphi=25^\circ$
 $C_{гр}=0,026$.

Модуль пружності верхнього шару моделі:

$$E_B = \frac{25 \times 180 + 15 \times 400 + 10 \times 3000 + 5 \times 1080}{55} = 835 \text{ МПа}$$

Для відношення:

$$\frac{E_B}{E_H} = \frac{835}{100} = 8.35 \quad \text{і} \quad \frac{h_B}{D} = \frac{55}{34.5} = 1.59, \quad \text{при} \quad \varphi = 25^\circ$$

$$\tau_a = 0.017$$

$$\tau_H = 0.017 \times 0.8 = 0.0136$$

$$\tau_B = 10^{-5} \times (5 - 0,3 \times \varphi) \times \sum_{i=1}^n h_i = 10^{-5} \times (5 - 0,3 \times 25) \times 55 = -0.00138$$

$$T = 0.0136 - 0.00138 = 0.01222$$

$$T_{гр} = c_{гр} \times k_1 \times k_2 \times k_3 = 0.026 \times 1 \times 0.841 \times 1.5 = 0.0328$$

$$k_2 = 1,816 - 0,15 \times \ln \left(\sum \frac{N_p}{T_{рдр} \times T_{сл}} \right) = 1,816 - 0,15 \times \ln \left(\frac{1122074}{130 * 13} \right) = 0,841$$

$$K_{міцн} = \frac{T_{гр}}{T_a} = \frac{0.0328}{0.01222} = 2.68, \quad \text{що більше} \quad K_{міцн}^{потр} = 1.38$$

Розрахунок конструкції дорожнього одягу на розтяг при згині.

$$E_H = 132 \text{ МПа}$$

$$E_B = \frac{5500 \times 10 + 4500 \times 5}{15} = 5167 \text{ МПа}$$

Для відношень:

$$\frac{h_B}{D} = \frac{15}{34,5} = 0.44 \quad \text{та} \quad \frac{E_B}{E_H} = \frac{5167}{132} = 39.14 \quad \bar{\sigma}_r = 2.4$$

Розрахункове розтягуючи напруження:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r \times p \times K_6 = 2.4 \times 0.8 \times 0.85 = 1.63$$

Допустиме розтягуючи напруження:

$$R_{зг} = R_p \times k_m \times k_T \times k_{кп} = 9.8 \times 1 \times 0.9 \times 0.24 = 2.12 \text{ МПа}$$

$$k_{кп} = k_{пр} \times \sum N_p^{-\left(\frac{1}{m}\right)} = 3.0 \times \sum 1122074^{-\left(\frac{1}{5.5}\right)} = 0.24$$

$$\frac{R_{зг}}{\sigma_p} = \frac{2.12}{1.63} = 1.30 > K_{потр} = 1.27$$

Вибрана конструкція дорожнього одягу задовольняє умову міцності за пружним прогином, зсувом та опором при згині.

Варіант 3

№ пп	Матеріал шару	h шару, см	Модуль пружності E, МПа		
			Пружний прогин	Зсув	Розтяг при згині
1	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І	5	3200	1080	4500
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Типа А, Марка І	10	3200	1080	4500
3	Щебенево-піщана суміш укріплена цементом М20	15	400	-	-
4	Піщано-гравійна суміш оптимального складу	25	180	-	-
5	Ґрунт – суглинок легкий	-	100	-	-

Визначення параметрів розрахункового навантаження

$$\sum N_p = 0.7 \times T_{рдр} \times K_n \times K_c \times N_{1p}$$

$$K_c = \frac{q^T - 1}{q - 1} = \frac{1.04^{13} - 1}{1.04 - 1} = 16.63$$

$$\sum N_p = 0.7 \times 130 \times 1.31 \times 16.63 \times 566 = 1122074 \text{ осей за 13 роки}$$

Розрахунок дорожнього одягу за допустимим пружним прогином

Розрахунковий потрібний модуль пружності на поверхні дорожнього одягу:

$$E_{потр} = 42.843 \times \ln\left(\sum N_p\right) - b = 42.846 \times \ln(1122074) - 315,68 = 281 \text{ МПа}$$

Згідно з пунктом 6.3.2 ГБН В.2.3-37641918-559:2019 для автомобільних доріг IV технічної категорії при розрахунковому навантаженні A_2 $b=315,68$

За табл. 6.6 ГБН В.2.3-37641918-559:2019 мінімальний потрібний модуль пружності на поверхні дорожнього одягу становить $E_{\text{потр}}=190$ МПа, мінімальний потрібний модуль пружності під шарами асфальтобетону становить $E_{\text{потр.основи}}=80$ МПа.

Для подальших розрахунків приймається $E_{\text{потр}}=281$ МПа

Пошаровий розрахунок дорожнього одягу на основі теорії пружного напівпростору.

$$1) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{rp}}{E^4} = \frac{100}{180} = 0.56; \quad \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{25}{34.5} = 0.73; \quad \frac{E_{заг}^4}{E^4} = 0.76;$$

$$E_{заг}^3 = 0.76 \times E^4 = 0.76 \times 100 = 76 \text{ МПа.}$$

$$1) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E^4}{E^3} = \frac{76}{400} = 0.19; \quad \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{15}{34.5} = 0.44; \quad \frac{E_{заг}^3}{E^3} = 0.33;$$

$$E_{заг}^3 = 0.33 \times E^3 = 0.33 \times 400 = 132 \text{ МПа.}$$

$$2) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E^3}{E^2} = \frac{132}{3200} = 0.04; \quad \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_3}{D} = \frac{10}{34.5} = 0.29; \quad \frac{E_{заг}^2}{E^2} = 0.09;$$

$$E_{заг}^2 = 0.09 \times E^2 = 0.09 \times 3200 = 288 \text{ МПа.}$$

$$3) \frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{заг}^2}{E^1} = \frac{288}{3200} = 0.12; \quad \frac{h_{ш}}{D} = \frac{h_1}{D} = \frac{5}{34.5} = 0.15; \quad \frac{E_{заг}^1}{E^1} = 0.14;$$

$$E_{заг}^1 = 0.14 \times E^1 = 0.14 \times 3200 = 448 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт надійності:

$$\frac{E_{заг}}{E_{\text{потр}}} = \frac{448}{281} = 1.59 > 1.29$$

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за умовою зсувостійкості.

Розрахункове активне напруження зсуву:

$$T = \tau_H + \tau_B = (\tau_a \times p) + \tau_B$$

Для визначання τ_a конструкція дорожнього одягу приводиться до двошарової.

В якості нижнього шару приймається суглинок легкий $E_{гр}=100$ МПа $\varphi=25^\circ$
 $C_{гр}=0,026$.

Модуль пружності верхнього шару моделі:

$$E_B = \frac{25 \times 180 + 15 \times 400 + 10 \times 1080 + 5 \times 1080}{55} = 486 \text{ МПа}$$

Для відношення:

$$\frac{E_B}{E_H} = \frac{486}{100} = 4.86 \text{ і } \frac{h_B}{D} = \frac{55}{34.5} = 1.59, \text{ при } \varphi = 25^\circ$$

$$\tau_a = 0.023$$

$$\tau_H = 0.023 \times 0.8 = 0.0184$$

$$\tau_B = 10^{-5} \times (5 - 0.3 \times \varphi) \times \sum_{i=1}^n h_i = 10^{-5} \times (5 - 0.3 \times 25) \times 55 = -0.00138$$

$$T = 0.0184 - 0.00138 = 0.01702$$

$$T_{гр} = c_{гр} \times k_1 \times k_2 \times k_3 = 0.026 \times 1 \times 0.841 \times 1.5 = 0.0328$$

$$k_2 = 1.816 - 0.15 \times \ln \left(\sum \frac{N_p}{T_{рдр} \times T_{сл}} \right) = 1.816 - 0.15 \times \ln \left(\frac{1122074}{130 * 13} \right) = 0.841$$

$$K_{міцн} = \frac{T_{гр}}{T_a} = \frac{0.0328}{0.01702} = 1.93, \text{ що більше } K_{міцн}^{потр} = 1.38$$

Розрахунок конструкції дорожнього одягу на розтяг при згині.

$$E_H = 132 \text{ МПа}$$

$$E_B = \frac{4500 \times 10 + 4500 \times 5}{15} = 4500 \text{ МПа}$$

Для відношень:

$$\frac{h_B}{D} = \frac{15}{34.5} = 0.44 \quad \text{та} \quad \frac{E_B}{E_H} = \frac{4500}{132} = 34.1 \quad \bar{\sigma}_r = 2.3$$

Розрахункове розтягуючи напруження:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r \times p \times K_\zeta = 2.3 \times 0.8 \times 0.85 = 1.56$$

Допустиме розтягуючи напруження:

$$R_{зг} = R_p \times k_m \times k_T \times k_{кп} = 9.8 \times 0.95 \times 0.85 \times 0.32 = 2.53 \text{ МПа}$$

$$k_{кп} = k_{пр} \times \sum N_p^{-\left(\frac{1}{m}\right)} = 4.0 \times \sum 1122074^{-\left(\frac{1}{5.5}\right)} = 0.32$$

$$\frac{R_{зг}}{\sigma_p} = \frac{2.53}{1.56} = 1.62 > K_{потр} = 1.27$$