

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: Дослідження ефективності використання технології «холодного ресайклінгу» при капітальному ремонті автомобільної дороги

за освітньою програмою: Автомобільні дороги

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

Виконав: студент групи: ДА 2221 Сергій ВІКТОРЕНКОВ  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

  
(підпис студента)

Керівник: Ст. викл. Олег ЛУЖИЦЬКИЙ  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

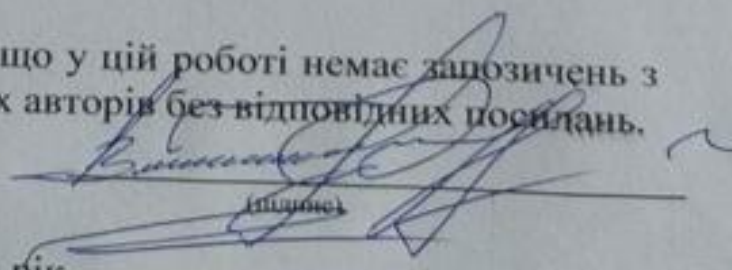
  
(підпис)

Нормоконтролер: Доцент Сергій БАЙДАК  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

  
(підпис)

Засвідчую, що у цій роботі немає зашкочень 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:** Дослідження ефективності використання технології «холодного ресайклінгу» при капітальному ремонті автомобільної дороги

**за освітньою програмою:** Автомобільні дороги

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

**Виконав:** студент групи: ДА 2221 Сергій ВІКТОРЕНКОВ  
(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  
master  
(higher education degree)

Research on the effectiveness of using "cold recycling" technology in the major overhaul of a roadway.

---

according to educational curriculum: Highways

in the Speciality: 192 Construction and Civil Engineering

Done by the student of the group: ДА2221 / Serhii Viktorenkov /  
(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 Вікторенкову Сергію Валерійовичу

**1. Тема роботи:** Дослідження ефективності використання технології «холодного ресайклінгу» при капітальному ремонті автомобільної дороги

**Керівник роботи:** Лужицький Олег Федорович, старший викладач

Затверджена наказом від 01 березня 2023 р. № 196ст

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

**3. Вихідні дані до роботи:**

Район проектування – Харківська область	Категорія дороги – за розрахунком
Початковий пункт – м. Старий Салтів	Кількість смуг руху – за розрахунком
Розрахункова швидкість, км/год – 90	Кількість транспортних одиниць: 400 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**

Характеристика об'єкту проектування капітального ремонту автомобільної дороги О-210823 Старий Салтів – Приколотне км 0+000 – км 24+600

Розробка варіантів дорожнього одягу при капітальному ремонті автомобільної дороги

**3 Економічна частина**

Техніко-економічне порівняння варіантів конструкцій дорожніх одягів з дослідженням ефективності використання технології «холодного ресайклінгу» при капітальному ремонті автомобільної дороги

**4 Охорона праці**

Вимоги безпеки праці при капітальному ремонті автомобільної дороги та штучних споруд. Дії працівників в аварійних ситуаціях.

<b>5. Перелік графічного матеріалу:</b> План, поздовжній профіль, поперечні профілі			
<b>6. Консультанти розділів роботи:</b>			
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 автомобільних доріг	15.11.2023	10
3	Проект реконструкції автомобільної дороги О-210823 Старий Салтів – Приколотне км 0+000 – км 24+600	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 та захист навколишнього середовища	07.01.2024	10
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	14.01.2022	10
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	<b>25.12.2022</b>	

**Студент**

\_\_\_\_\_

Сергій ВІКТОРЕНКОВ

(підпис)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(підпис)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

(рівень освіти)

90 с., 14 рис., 12 табл., 1 додаток, 22 джерела.

**Об'єкт дослідження** – дослідження ефективності використання технології «холодного ресайклінгу» в проекті автомобільної дороги О-210823 Старий Салтів – Приколотне км 0+000 – км 24+600.

**Предмет дослідження** – дорожній одяг на етапі проектування капітального ремонту автомобільної дороги з визначенням ефективності використання технології «холодного ресайклінгу».

**Мета роботи** – дослідження ефективності використання технології «холодного ресайклінгу».

**Методи дослідження.** У роботі використовувалися статистичний аналіз, натурні спостереження та розрахунки з порівнянням варіантів дорожніх одягів. Розрахунки виконувались за програмою Excel та RadonUA.

**Одержані результати.** У магістерській роботі проведено огляд наукових досліджень щодо проектування дорожніх одягів, зокрема використовуючи технологію «холодного ресайклінгу». Наведено результати розрахунку варіантів дорожнього одягу та виконано їх техніко-економічне порівняння. Проаналізовано економічні аспекти чотирьох варіантів дорожнього одягу. За результатами виконаних розрахунків наведено рекомендації щодо обґрунтування найбільш раціонального варіанту дорожнього одягу та надана оцінка ефективності їх використання.

**Ключові слова:** план автомобільної дороги, поздовжній профіль, автодорожнє покриття, «холодний ресайклінг».

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	11
1.1. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи	11
1.2. Норми проектування капітального ремонту автомобільної дороги ....	15
1.3. Проектування дорожнього одягу .....	22
2. ОСНОВНА ЧАСТИНА .....	27
2.1 Характеристика об'єкту проектування капітального ремонту автомобільної дороги О-210823 Старий Салтів – Приколотне км 0+000 – км 24+600 .....	27
2.2 Основні проектні рішення .....	28
2.3 Організація будівництва .....	32
3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	38
3.1 Порівняння варіантів дорожнього одягу.....	38
3.2 Основні положення з улаштування шару дорожнього одягу за технологією «холодного ресейклінгу» .....	38
3.3 Розрахунок варіантів конструкцій дорожнього одягу .....	40
3.4 Техніко-економічне порівняння варіантів конструкцій дорожніх одягів .....	43
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	49
4.1. Вимоги безпеки праці при реконструкції автомобільної дороги .....	49
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69
ДОДАТОК А.....	72

## ВСТУП

Автомобільна дорога — комплекс лінійних інженерних споруд, призначений для безперервного, безпечного та зручного проїзду автомобільного транспорту. Загальна протяжність автомобільних доріг становить 169,6 тис. км, з них 46,6 тис. км – дороги державного значення.

Безпека дорожнього руху має вирішальне значення в сучасному світі з таких причин:

- безпека: доглянуті дороги забезпечують безпеку автомобілістів, пішоходів та інших учасників дорожнього руху та знижують ризик аварій через ями, тріщини та інші недоліки дороги;

- ефективність: хороша експлуатація доріг забезпечує швидші та ефективніші подорожі, переміщення вантажів і пасажирів, а водії можуть подорожувати на вищих швидкостях без ризику пошкодження автомобіля чи аварій. це скорочує час у дорозі та підвищує продуктивність;

- економічні вигоди: дороги сприяють економічному зростанню та розвитку шляхом покращення доступу до ринку, зниження транспортних витрат та залучення інвестицій. Вони також забезпечують кращий досвід водіння, приваблюють туристів і підтримують місцевий бізнес;

- переваги для навколишнього середовища: дороги можуть зменшити викиди, дозволяючи транспортним засобам рухатися на вищих швидкостях без холостого ходу або зупинок. Це зменшує споживання палива та покращує якість повітря;

- соціальні переваги: якість життя мешканців можна покращити за рахунок зменшення шуму, вібрації та пилу, що впливає на загальні умови життя громади та сприяє покращенню показників здоров'я.

Тому без перебільшення можна сказати, що роль автомобільних доріг та їх якість є визначальними для економіки та мобільності громадян країни. При цьому ступінь зносу вулично-дорожньої мережі становить 97 %, з них 39 % не відповідають вимогам міцності дороги та 51 % не відповідають вимогам рівності [1]. Стан мережі автомобільних доріг загального користування в Україні не є

ідеальним, зокрема, за офіційними даними, близько 90% доріг за останні 30 років перебували в недостатньому стані [2].

Позитивний досвід реалізації довгострокових програм утримання доріг у світовій практиці зумовлює необхідність обґрунтування моделі управління проектами утримання доріг на поточному стані української мережі. Такий підхід забезпечить стабільні умови для виконання необхідних ремонтно-відновлювальних заходів. В магістерській роботі розглянуто питання ефективності застосування технології «холодний ресайклінг» при капітальному ремонті автомобільної дороги.

## 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи

Дорожній одяг складається з кількох шарів матеріалів різного функціонального призначення та товщини. Взагалі конструкція дорожнього одягу може відрізнятися в залежності від типу дороги, її класу, наявності підземного руху та інших факторів.

Залежно від умов експлуатації дороги конструкцію можна змінювати, наприклад, додаючи додаткові шари матеріалу або змінюючи його товщину. Для підвищення міцності та довговічності дорожнього покриття також можуть використовуватися спеціальні матеріали, такі як гума, полімери або спеціальні добавки.

Крім того, дизайн дорожнього одягу можна змінювати відповідно до кліматичних умов, оскільки від них залежить морозостійкість і водонепроникність дорожнього покриття. Наприклад, у районах із сухим кліматом можна використовувати менше шарів матеріалу, тоді як у регіонах із високою вологістю та частими опадами можна використовувати більше шарів матеріалу. Метою роботи є дослідження ефективності використання технології «холодного ресайклінгу» при капітальному ремонті автомобільної дороги.

#### *Аналіз робіт сучасних вчених.*

В роботі [3] досліджено питання повторного використання дорожньо-будівельних матеріалів при капітальному ремонті дорожнього одягу шляхом одночасного застосування технологій гарячого та холодного ресайклінгу (в установці та на дорозі). На багатьох дорожньо-будівельних майданчиках, особливо під час відновлення національних автомагістралей, інженери-проектувальники стикаються з проблемою потреби у великій кількості мінеральних асфальтових матеріалів. Питання в тому, як забезпечити ці матеріали в таких кількостях і як це зробити економно. Дослідження [3] показують, що необхідно передбачити застосування технології гарячого та холодного ресайклінгу.

У даній роботі [4] досліджується технологія холодного ресайклінгу

асфальтобетонного дорожнього полотна, яка забезпечить покращення його фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик під впливом транспорту. Результати дослідження фізико-механічних властивостей асфальтобетону показали, що введена до її складу катіонна асфальтова емульсія з повільним розпадом портландцементу марки 400 забезпечує адекватні властивості зразкам, виготовленим у лабораторних умовах на основі подрібненого дрібнодисперсного порошку. Результати, отримані при більш високих показниках межі міцності з'єднання та коефіцієнта водостійкості порівняно з безцементними зразками, свідчать про те, що застосування технології холодного ресайклінгу та додавання цементу забезпечить достатню довговічність вирівняного шару.

Авторами в роботі [5] досліджено, що поточна ситуація розвитку автомобільних доріг є відносно складною, а умови транспортування та експлуатації більшості автомобільних доріг не є ідеальними. У статті [5] проаналізовано основні способи ремонту автомобільних доріг з акцентом на сучасну технологію гарячого та холодного ресайклінгу асфальтобетону. Про перспективність застосування холодної обробки свідчать пластичні деформації у вигляді колійності та напливу, пошкодження у вигляді відколів (що призводять до зменшення товщини покриття), наявність тріщин та інших дефектів в асфальтобетонних покриттях. Технологія переробки асфальтобетонних покриттів в Україні. Одним із найважливіших наукових питань удосконалення технології реставраційних робіт є вивчення особливостей процесів формування структури матеріалу і на цій основі розробка методів її цілеспрямованого регулювання шляхом технологічного впливу. Незалежно від методу реставраційних робіт технічні впливи можна розділити на три категорії: механічні, фізичні та хімічні. Найважливішою особливістю процесу формування структури матеріалу при ремонті захисних шарів доріг є складність технічних впливів. Тому фізико-хімічна механіка дисперсних систем може слугувати теоретичною основою наукових досліджень щодо вдосконалення технології ремонту автомобільних доріг на основі спрямованого регулювання процесу

структурування. Існуючі методи ремонту дорожнього одягу умовно можна розділити на дві категорії за характером процесу та особливостями формування структури матеріалу: розшарування та регенерація. Важливим показником нової технології є продуктивність або швидкість ремонту дорожнього покриття. З точки зору економії ресурсів метод холодного ресайклінгу не має собі рівних, оскільки не передбачає використання великої кількості нового матеріалу, що мінімізує витрати на транспортування. Цей спосіб дозволяє ефективно утилізувати матеріали зі старого дорожнього одягу. Усунення тріщин у старому шарі під час холодного ресайклінгу виключає їх відображення в покритті. Проведення проектів будівництва доріг без утеплення старих матеріалів завдає мінімальної шкоди навколишньому середовищу.

За результатами лабораторних випробувань в роботі [6] зразків зміцненої стабілізованої шліфувальної суміші, витриманої протягом 28 діб, встановлено, що міцність зразків, які містять 4% цементу та 6% полімерної добавки від маси цементу, відповідає ВБН М 40 Клас В В.2.3-218. -545 . При цьому міцність шліфувального матеріалу, посиленого додаванням такої ж кількості 4% цементу і бітумної емульсії, відповідає класу М 20 за ВБН Б В.2.3-218-545. Межа міцності на стиск зразків з полімерними добавками при 50°C (2,45 МПа для М 20; 3,0 МПа для М 40) значно перевищує стандартні значення цього показника для всіх марок шліфувальних сумішей, зміцнених цементом з додаванням асфальтової емульсії (М 20 0,8 МПа; М 40 1,0 МПа). Це свідчить про те, що матеріали з полімерними добавками мають меншу схильність до накопичення залишкової пластичної деформації при високих позитивних температурах порівняно з сумішами з асфальтобетонними емульсіями. При оцінці ефективності проти розтріскування шляхом вимірювання межі міцності на розщеплення 0°C було виявлено, що вміст полімерної добавки, що перевищує 6% цементу, призведе до зниження міцності. Менша межа міцності на розрив вказує на те, що матеріал розвиває менші напруги під час навантаження, що може опосередковано вказувати на його вищу стійкість до розтріскування при низьких температурах через пластифікуючий ефект добавок. Водонасичення зразків армованої та стабілізованої млинової

суміші з полімерними добавками після 28 діб твердіння відповідає вимогам СОУ 45.2-00018112-061 для всіх марок органічних мінеральних матеріалів. Динаміка зростання міцності протягом перших 7 діб незначна, що може свідчити про уповільнення процесу структуроутворення в матеріалі за рахунок пластифікуючої дії полімерних добавок [6]. При цьому приріст міцності в перші 7 днів був значно вищим при використанні 8% цементу. Водночас при вмісті цементу 8 % абсолютна кількість добавок, що додаються до суміші, є більшою, що може призвести до зміни динаміки приросту міцності. Тому можна припустити, що кількість полімерних добавок має бути збільшена для збільшення міцності приросту міцності. Це, у свою чергу, може допомогти скоротити термін придатності матеріалів після нанесення холодної переробки та швидше відкрити сайт для трафіку. Остаточні висновки про оптимальне дозування цементу можна зробити лише після додаткових експериментів з різними відносними кількостями полімерних добавок. Отримані експериментальні дані свідчать про можливість використання для влаштування дорожніх покриттів за технологією холодного ресайклінгу абразивних матеріалів цементу з додаванням полімерної добавки «наногрунт» замість асфальтової емульсії. З метою підтвердження достовірності отриманих експериментальних даних та висновків щодо ефективності використання полімерної добавки «Нанотерразойл» в технології холодної регенерації буде відповідним чином облаштовано експериментальний майданчик та буде проведено подальший контроль та дослідження роботи. з цим матеріалом у природних умовах [6].

Також по дослідженню технології «холодного ресайклінгу» виконані ряд дисертаційних робіт, одна з яких [7]. В цій дисертаційній роботі виконано аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері холодного ресайклінгу нежорстких дорожніх покриттів показує, що ця технологія широко використовується в процесах ремонту або реконструкції доріг в Україні та світі для максимально ефективного використання матеріалів з нежорстких покриттів. дорожні покриття. Старий дорожній одяг з мінімальною шкодою для навколишнього

середовища. Однак при використанні цієї методики виникає проблема визначення товщини регенераційного шару, що практично неможливо зробити без невизначеності напружено-деформованого стану. Аналіз теоретичного, експериментального та практичного досвіду розрахунку та будівництва нежорстких дорожніх покриттів показує, що досі не розроблено універсального рішення для визначення напружено-деформованого стану шаруватих систем. Вирішення цієї проблеми згідно з чинними нормативними документами не дає можливості врахувати просторову природу, фізико-геометричні нелінійності та особливості поведінки шарових матеріалів сучасних навантажень. На основі зв'язку між кінцево-елементними моментними діаграмами, варіаційними рівняннями руху та розширеним принципом Мізеса, а також з урахуванням критерію Кулона-Мора та параметрів Лоде-Надаї розроблено алгоритм і математичну модель для нелінійного загального процесу деформації незапропоновано жорсткі конструкції дорожнього одягу з урахуванням напівґрунтової напівструктури. Граничні стани просторової рівноваги, а також фізико-геометричні нелінійності, що дозволяють точніше врахувати простір деформаційних станів тривимірного пластично деформованого твердого тіла. середовищ, наявність включень і виникнення переміщень за рахунок одиниці об'єму як твердого цілого при великих переміщеннях. Феномен «хибного переміщення». Завдання вважається еволюційним і досягається шляхом ітераційного процесу рівноважних станів зі змінними граничними умовами та реологічними властивостями складних деформуючих тіл.

## **1.2. Норми проектування капітального ремонту автомобільної дороги**

### *Загальні положення.*

У прийнятому проектному рішенні передбачити заходи щодо забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху, у тому числі пішоходів на перехрестях доріг, під час будівництва та забезпечення відповідності споживчих властивостей дороги та її окремих елементів вимогам нормативних документів під час будівництва. Під час технічного обслуговування. При проектуванні доріг, які проходять територіями з несприятливими водно-ґрунтово-геологічними

умовами, сейсмонебезпечними територіями, умовами експлуатації, що не відповідають положенням нормативних документів, або з інших законних причин необхідно передбачити умови таких доріг: досліджено під час будівництва. Експлуатаційна фаза визначає її основні параметри, які змінюються з часом.

#### *Класифікація автомобільних доріг*

За значенням дороги загального користування поділяються відповідно до законодавства [8-10].

Технічна класифікація автомобільних доріг за категоріями на основі очікуваної середньодобової очікуваної інтенсивності руху наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна класифікація автомобільних доріг [8-10]

Категорія дороги	Розрахункова перспективна інтенсивність руху, авт/добу	
	у транспортних одиницях	у приведених до легкового автомобіля
I-а– I-б	понад 10 000	понад 14 000
II	від 3 000 до 10 000	від 5 000 до 14 000
III	від 1 000 до 3 000	від 2 500 до 5 000
IV	від 150 до 1 000	від 300 до 2 500
V	до 150	до 300

Примітка. При однакових вимогах до доріг I-а та I-б категорій вони позначаються як дороги I категорії.

#### *Поперечний профіль.*

Основні параметри поперечного профілю магістралі наведені в таблиці 1.2 за категоріями. Трикуткова траса проектується за державними стандартами. При відповідній техніко-економічній раціоналізації параметри магістралей можна збільшити. Ширина роздільної смуги повинна бути достатньою для влаштування швидкісних смуг лівоповоротного переходу, наземних пішохідних переходів, опор мостів тощо. Якщо відстань між цими місцями менше 0,5 км, ширина роздільної смуги не буде зменшена до параметрів, визначених у таблиці 2.3, і, у відповідних випадках, довжина роздільної смуги може бути збільшена. [8-10].

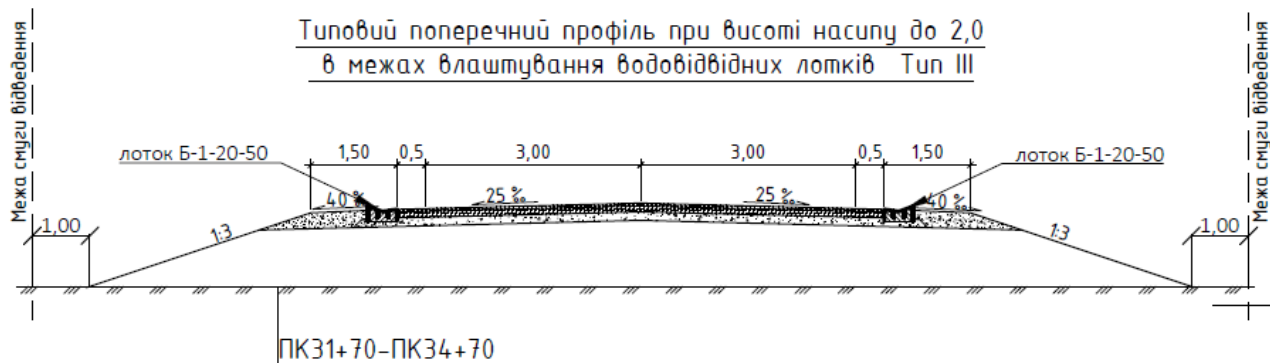


Рисунок 1.1 – Поперечний профіль автомобільної дороги

Таблиця 1.2 – Параметри поперечного профілю автомобільних доріг [8-10]

№	Показник	Од. вим.	Категорії доріг					
			I-а	I-б	II	III	IV	V
1	Кількість смуг руху	шт.	4; 6; 8	4; 6	2; 3**	2	2	1
2	Ширина смуги руху	м	3,75; 3,5*	3,75; 3,5*	3,75	3,50	3,00	4,50
3	Ширина узбіччя, в тому числі:	м	3,75	3,75	3,75	2,50	2,00	1,75
	- ширина зупинкової смуги разом з укріпленою смугою;	м	3,0	3,0	3,0	-	-	-
	- ширина укріпленої смуги узбіччя	м	0,75	0,50	0,50	00,50	00,50	-
5	Ширина розділювальної смуги	м	6,00	3,00	-	-	-	-
6	Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі	м	0,75	0,50	-	-	-	-

Примітка 1. При капітальному ремонті існуючих автомобільних доріг I категорії ширину існуючої розділювальної смуги можна не змінювати.

Примітка 2. На дорогах V категорії з автобусним рухом ширину укріплених потрібно призначати шириною 0,75 м

Примітка 3. При влаштуванні на розділювальній смузі дорожнього огороження першої групи ширину розділювальної смуги можна приймати рівною ширині огороження плюс ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі з кожного боку огороження.

Примітка 4. У населених пунктах, при розрахунковій швидкості руху до 60 км/год включно, рекомендується звужувати ширину смуги до 3,25 м та передбачати відповідні технічні засоби організації дорожнього руху.

Примітка 5. При капітальному ремонті ширину смуги руху та зупиночної смуги можна не зменшувати.

Примітка 6. Ширину зупиночної смуги разом з укріпленою смугою для доріг I категорії з кількістю смуг руху в одному напрямку 3 і більше можна приймати 2,50 м.

Примітка 7. Зупиночна смуга на ділянках автомобільної дороги II категорії з інтенсивністю руху у транспортних одиницях на 5 рік експлуатації до 7000 авт./добу може не влаштовуватись.

Примітка 8. На дорогах II категорії з трьома смугами руху зупиночна смуга з боку двох смуг руху в одному напрямку може не влаштовуватись.

Примітка 9. У разі розміщення тротуару в межах узбіччя, ширину останнього допускається приймати рівною ширині тротуару плюс 0,5 м.

\* Ширина смуги руху 3,50 м застосовується для 3-ї та 4-ї смуг руху при новому будівництві.

\*\* Рекомендовано влаштовувати при інтенсивності у транспортних одиницях більше 7000 авт./добу

Смуги на прямих ділянках доріг усіх категорій необхідно проектувати з двосхилим поперечним профілем

Якщо на першому етапі проектування автомобільної дороги передбачається поетапне будівництво однієї смуги, то смуга повинна мати односхилий поперечний профіль. При реконструкції доріг I-б класу допускається з відповідним обґрунтуванням двосхилих поперечних профілів уздовж існуючих смуг, обов'язкове смугове та межове водовідведення.

За винятком ділянок, де плануються повороти, поперечний ухил проїзду необхідно визначати відповідно до матеріалу дорожнього покриття. На асфальтобетонних і цементобетонних покриттях поперечний ухил проїзду повинен становити 25‰, на гравійно-гравійних покриттях поперечний ухил проїзду повинен бути від 25‰ до 30‰, на ґрунтових покриттях, укріплених клеями та місцевими матеріалами, поперечний ухил смуги повинен бути 25‰.

Поперечний ухил бордюру повинен бути більше поперечного ухилу проїзду. Залежно від типу бічної арматури її поперечний ухил необхідно задавати таким чином:

- від 30‰ до 40‰ - армовані клеєм;
- 40‰ до 60‰ - укріплені гравієм і гравієм;
- від 50% до 60% - інтенсифікація підсівом трав'янистих рослин або прополкою;
- при укріпленні узбіччя з асфальтобетону або цементобетону бічний ухил узбіччя приймається рівним бічному ухилу смуги.

Для доріг додатковий поздовжній ухил зовнішнього краю смуги відносно проектного поздовжнього ухилу вигнутої ділянки не повинен перевищувати:

- I-II клас-5‰;
- III-IV категорія на рівнинних ділянках – 10‰;
- IV-V категорія в гірських і горбистих районах – 20‰.

Для поворотів радіусом 750 м і нижче необхідно враховувати розширення смуги за рахунок розширення узбіччя або покриття, при цьому ширина узбіччя повинна бути менше 1,5 м для доріг категорії I-б-II, а для інших категорій доріг

- не менше 1 м.

Розміри повністю розширеної смуги наведені в таблиці 1.3.



Рисунок 1.2 – Номограма для визначення похилу віражу [8-10].

Таблиця 1.3 – Розширення однієї смуги руху на горизонтальних кривих [8-10]

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

Якщо довжина ділянки дороги II класу перевищує 1 кілометр і типовий ухил 30‰-40‰, то необхідно додати додаткову смугу, а саме ліфтову. Це враховується, коли середній трафік перевищує 3500 транспортних засобів на день. Ширина другорядної смуги має бути 60 метрів. Загальна довжина прольоту стрічки 3,5 м [8-10].

#### *План і поздовжній профіль.*

Загалом, трасу слід проектувати у вигляді плавної просторової лінії, що з'єднує площинні елементи, поздовжні та поперечні ділянки між собою, з навколишнім ландшафтом та оцінювати їх вплив на умови руху та візуальне сприйняття. дорога.

Планування та проектування поздовжніх ділянок доріг необхідно виходити з інтенсивності руху, умов, що забезпечують безпеку та комфорт руху транспортних засобів, і враховувати можливість реконструкції дороги понад

очікуваний розрахунковий термін.

Для елементів плану та поздовжнього розрізу необхідно вказати основні параметри:

- Поздовжній ухил - до 30‰;
- Видима відстань при зупиненому транспортному засобі - не менше 450 м;
- Радіус кривої Пана перевищує 3000м;
- Радіус опуклої кривої поздовжнього профілю перевищує 70 000 м;
- радіус увігнутої кривої в поздовжньому перерізі - більше 8000м;
- довжина опуклої кривої в поздовжньому перерізі більше 300 м; [8-10].

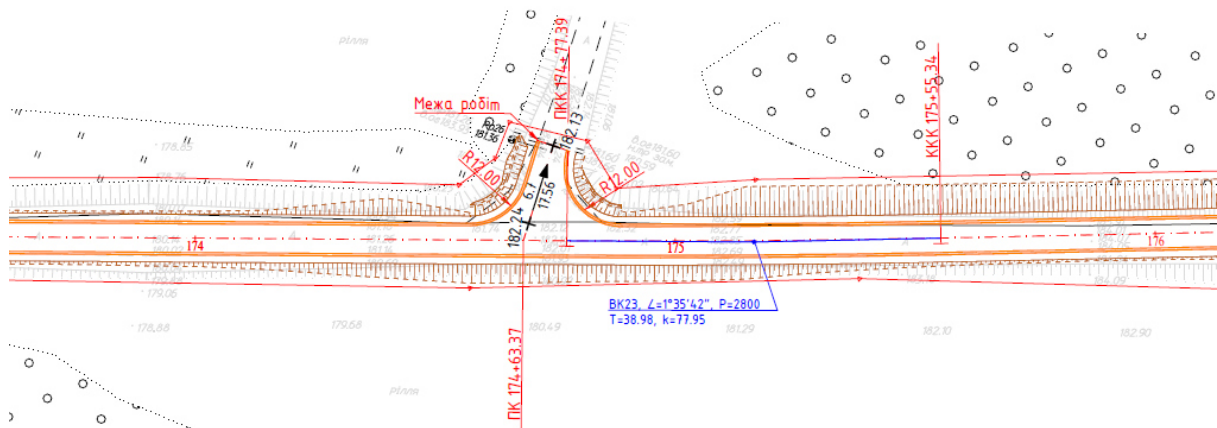


Рисунок 1.3 – План реконструкції автомобільної дороги.

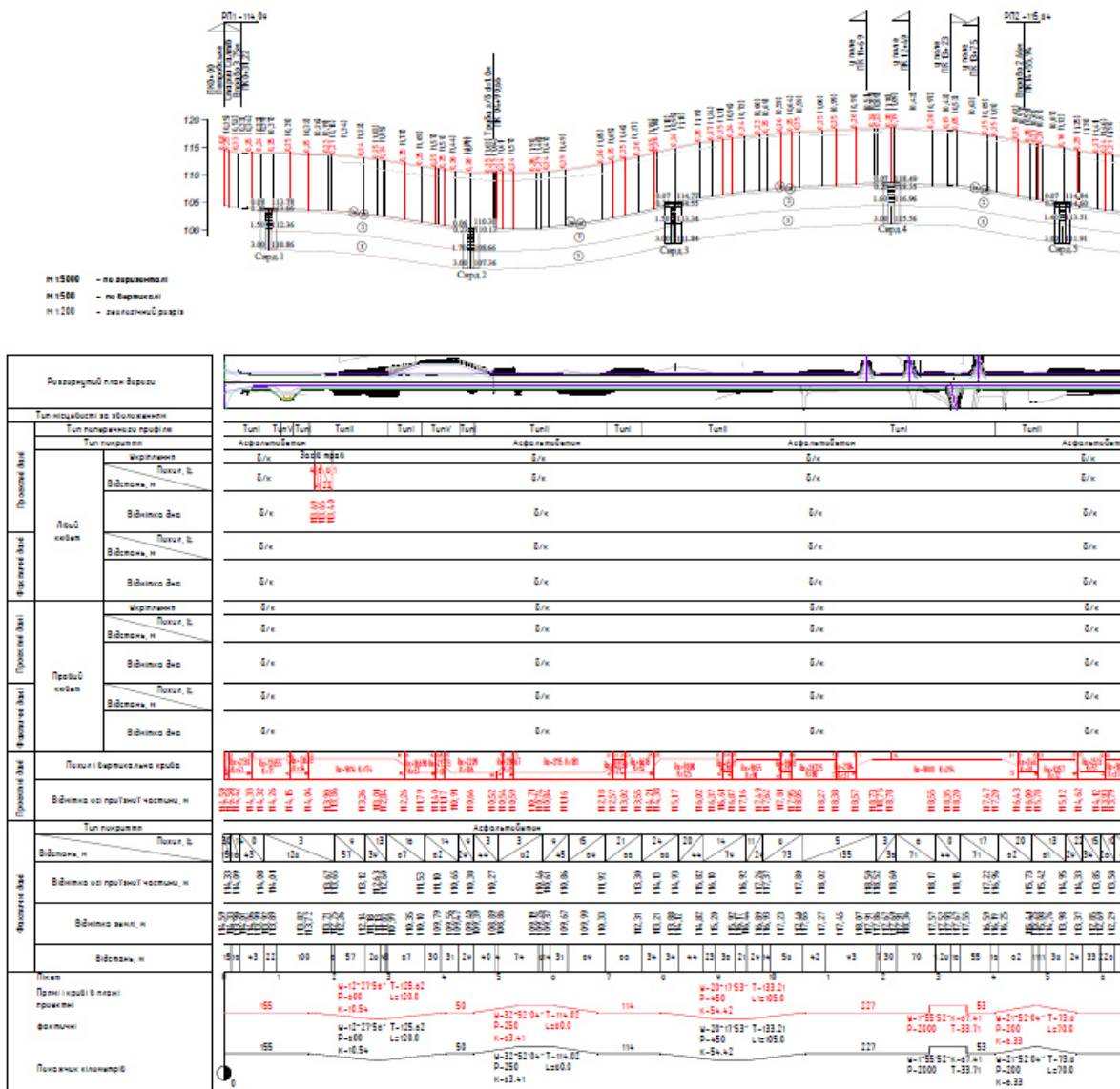


Рисунок 1.4 – Поздовжній профіль реконструкції автомобільної дороги.

Якщо вимоги не можуть бути виконані через місцеві умови, такі як рельєф місцевості, або якщо виконання вимог вимагає великої кількості інженерних та будівельних витрат, то під час проектування дороги зазначені параметри можуть бути зменшені в межах максимально допустимого діапазону, визначеного відповідно до проектування, розрахункової швидкості – згідно з таблицею 1.4.

Таблиця 1.4 – Параметри елементів плану і поздовжнього профілю, що залежать від розрахункових швидкостей [8-10]

Найменування елементів	Параметри плану і профілю 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	-

### 1.3.Проектування дорожнього одягу

#### *Загальні положення.*

Конструкція дорожнього полотна та матеріалів покриття повинна здійснюватися з урахуванням транспортно-експлуатаційних вимог, інтенсивності руху та складу транспортних потоків, кліматичних, ґрунтово-геологічних умов, санітарно-гігієнічних вимог, вимог безпеки та комфорту руху, забезпеченості місцевими будівельними матеріалами.

При розробці проектної документації на будівництво та реконструкцію доріг I-II категорій та інших категорій доріг у напрямку міжнародних та національних транспортних коридорів рекомендується передбачати влаштування верхнього шару подрібненої мастики з використанням асфальтобетону з полімерним покриттям. і сполучні добавки. Також рекомендується, щоб таке покриття було забезпечено на транспортних розв'язках, включаючи виїзди та в'їзди, де перетинаються або прилягають вищезгадані дороги. [8-10]. Типи дорожнього

одягу, сфера застосування та матеріали покриттів наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.4 – 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 кількох шарів. Якщо присутні кілька шарів, дорожній одяг включає покривний шар, базовий шар і додаткові шари до базового шару (якщо потрібно).

Покриття має бути стабільним, міцним, рівномірним і шорстким, здатним протистояти накопиченню пластичної деформації влітку та зберігати суцільність під час весняного та осіннього згинання та зимового охолодження та

розтягування. Щоб зберегти шорсткість протягом тривалого часу, матеріал покриття повинен бути стійким до зношування. При необхідності поверхні можна обробити або нанести тонке покриття для різних цілей - для додання шорсткості, захисту та інших особливостей.

Головним чином він повинен гарантувати, що прогин покриття зменшується під впливом зовнішніх навантажень і має достатню жорсткість, щоб зменшити напругу в додатковому базовому шарі та ґрунті земляного полотна до прийняттого значення.

Основний шар повинен забезпечувати зменшення прогину покриття під впливом зовнішніх навантажень і мати достатню жорсткість, щоб зменшити напругу в додатковому базовому шарі та ґрунті земляного полотна до прийняттого значення. Фундамент повинен бути спроектований в один або кілька шарів. Для забезпечення хороших умов роботи нежорстких крайових смуг слід влаштувати шар основи на 0,6 м ширше проїжджої частини та укріпленої (зупинної) смуги, а в нижній шар додавати пісок або інші сипучі матеріали. Ширина матеріалу становить не менше 1 м від основи і покриває всю ширину ґрунту на дорогах I-II класу. При установці твердого дорожнього полотна кожна сторона основи повинна бути на 1,0 м ширше поверхні дороги.

- Додатковий базовий шар повинен сприяти зменшенню прогинів і напруг транспортних засобів у покритті, базовому шарі та земляному полотні та виконувати такі функції: відведення води з верхньої частини земляного полотна;

- Зменшується товщина мерзлого шару ґрунту;

- Зменшити глибину підземного промерзання;

- Усунення взаємного проникнення зернистих матеріалів в шар основи земляного полотна;

- Забезпечити проїзд автотранспорту та будівельної техніки під час влаштування захисного шару дороги.

Додатковий шар смуг може виконувати кілька функцій.

Загальна товщина дубеля і товщина кожного шару повинні забезпечувати міцність і морозостійкість всієї конструкції.

Дорожній одяг повинен бути розроблений з урахуванням надійності під час встановлених нормативних операцій. Кількісним показником надійності є коефіцієнт надійності. Залежно від категорії надійності автомобільні дороги повинні мати коефіцієнти надійності, наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 1.6 – Коефіцієнт надійності [8-11]

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

#### *Нежорсткий дорожній одяг*

Нежорсткі зносостійкі шари дорожніх покриттів виконують з асфальтобетону, органічних, неорганічних, композиційних та інших в'язучих матеріалів і ґрунтів, а також шлаків і слабозв'язаних зернистих матеріалів (щебінь, шлак, гравій). Нежорсткий дорожній одяг повинен бути розроблений і розрахований відповідно до галузевих стандартів.

Розрахунок нежорстких захисних шарів дороги на короткочасні навантаження повинен базуватися на:

- Стійкість до пружної деформації всієї конструкції;
- Опір зсуву шарів ґрунту та сипучих матеріалів;
- Міцність на розрив загального шару матеріалу при вигині та стисненні верхньої конвеєрної стрічки.

На етапі будівництва дорожнього одягу необхідно вжити заходів для забезпечення колійностійкості поверхневого шару асфальтобетону.

Розрахунок нежорстких захисних шарів дороги на тривалу дію статичних навантажень базується на опорі зсуву в ґрунті, шарах слабозв'язаного матеріалу та шарах асфальтобетону.

Нежорсткі дорожні полотна повинні мати морозостійкість, щоб морозне пучення ґрунту земляного полотна не деформувало полотно.

При проектуванні нежорсткого покриття необхідно розраховувати об'єм дренажу, щоб забезпечити відведення води, що надходить в шар основи під час

весняних талих вод, і захистити ґрунт від затоплення поверхневими водами. Для визначення мінімальної товщини додаткового дренажного шару до розрахунку міцності конструкції необхідно провести розрахунок дренажу.

Для конструкційного шару дорожнього покриття I-III класів не рекомендується використовувати неармовані дробильні матеріали (роздрібнювальний шар, укладений клиновим методом) [11].

#### *Підсилення дорожнього одягу.*

Під час реконструкції та капітального ремонту доріг проводиться укріплення покриття [10]. Армування захисного шару доріг має на меті покращити міцнісні властивості існуючих покриттів шляхом збільшення товщини або заміни одного або кількох шарів конструкції [7-9].

Спосіб укріплення залежить від дорожніх умов. Поздовжні та поперечні профілі можна згладжувати, виходячи з нормальних характеристик існуючих дорожніх умов. Якщо пошкодження є серйозним, конструкційне покриття має бути попередньо відфрезеровано або холодно перероблено [7-9].

Якщо проект передбачає розширення дорожньої споруди, то існуюче покриття необхідно інтегрувати в розширену конструкцію для забезпечення рівномірної міцності та технологічності облаштування. Для цього влаштовують реборди шириною 0,5 м і товщиною, що дорівнює товщині шару, на якому влаштовані реборди (рис. 1.5).

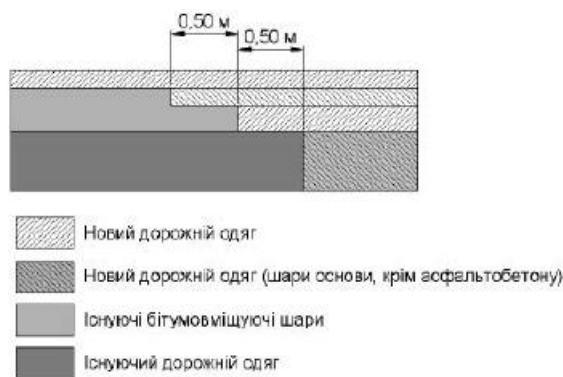


Рисунок 1.5 – Схема ув'язки дорожнього одягу при розширенні [7]

## 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика об'єкту проектування капітального ремонту автомобільної дороги О-210823 Старий Салтів – Приколотне км 0+000 – км 24+600

За вартістю об'єкт віднесено до дороги місцевого значення.

Проектована ділянка розташована у Вовчанському районі Харківської області на ділянці Старий Салтів – Приколотне на ділянці О-210823 км 0+000 – км 24+203,59.

Існуюча ширина дороги 6-6,5 м.

Планова довжина ділянки 24203,59 м.

На підставі ДБН В.2.3.4-2015 п.4.1 визначено категорію дороги згідно ДБН [8]. Виходячи з розрахункової інтенсивності – скорочення 150 транспортних одиниць, дорозі присвоєно IV категорію за технічною класифікацією.

Асфальтобетонне покриття не в ідеальному стані – вибоїни, зламана крайка проїзду, пошкоджені бордюри.

Дорожня розмітка відсутня, а дорожні знаки в поганому стані.

Поперечний профіль дороги двосхилий. Поперечний ухил проїжджої частини нерівний, з ухилом від 0% до 40%.

Поздовжнє та поперечне положення існуючої смуги та стан дорожнього покриття не відповідають нормам «Правил безпеки дорожнього руху».

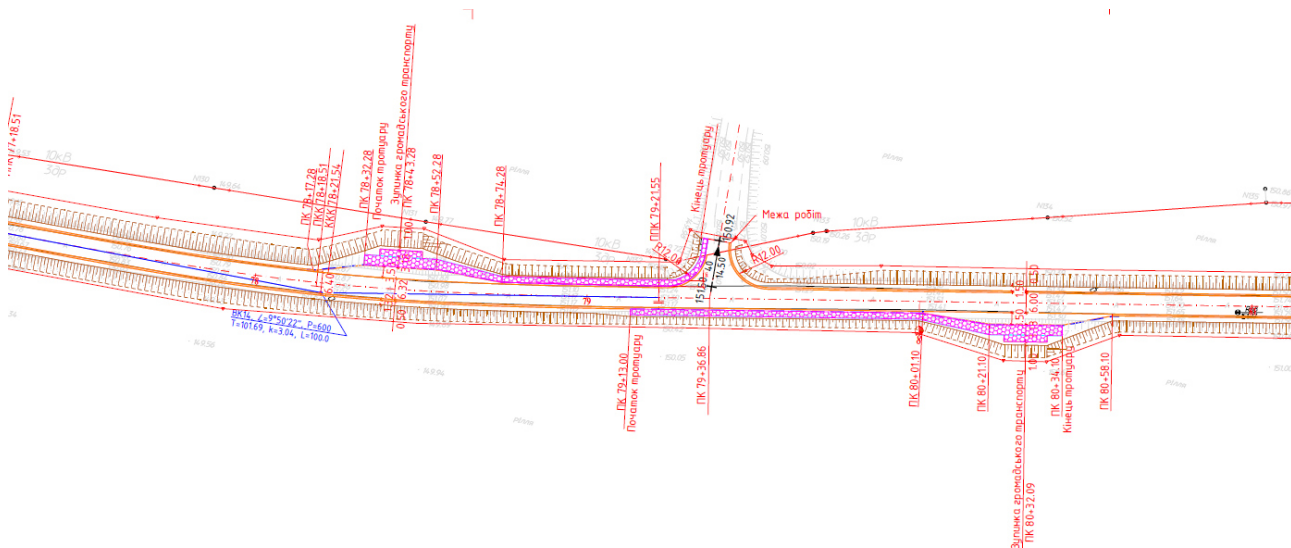


Рисунок 2.1 – План ділянки автомобільної дороги

## 2.2 Основні проектні рішення

*План.*

Автомобільна дорога проходить по пересіченій місцевості.

Дорога з двостороннім рухом. Ширина дороги 6-6,5м.

План дороги залишається в існуючих межах. Виконано розчищення та планування шляхом укріплення бордюру гравієм та фрезерованим матеріалом по всій довжині запроектованої ділянки. Для дренажу на схилі встановлюють дренажні лотки і водостоки.

Щоб не пошкодити край смуги при виїзді транспортних засобів із суміжної дороги на проектну ділянку, слід влаштувати тверде покриття від краю смуги на визначеній відстані для кожної опори.

*Поздовжній та поперечні профілі*

Поздовжні профілі запроектовані по осі проїзної частини.

Проектні відмітки поздовжнього профілю визначилися виходячи з умов існуючої дороги, перехресть, забезпечення водовідводу та розташування прилеглої території.

Мінімальний поздовжній похил прийняти 0 ‰, максимальний — 75 ‰.

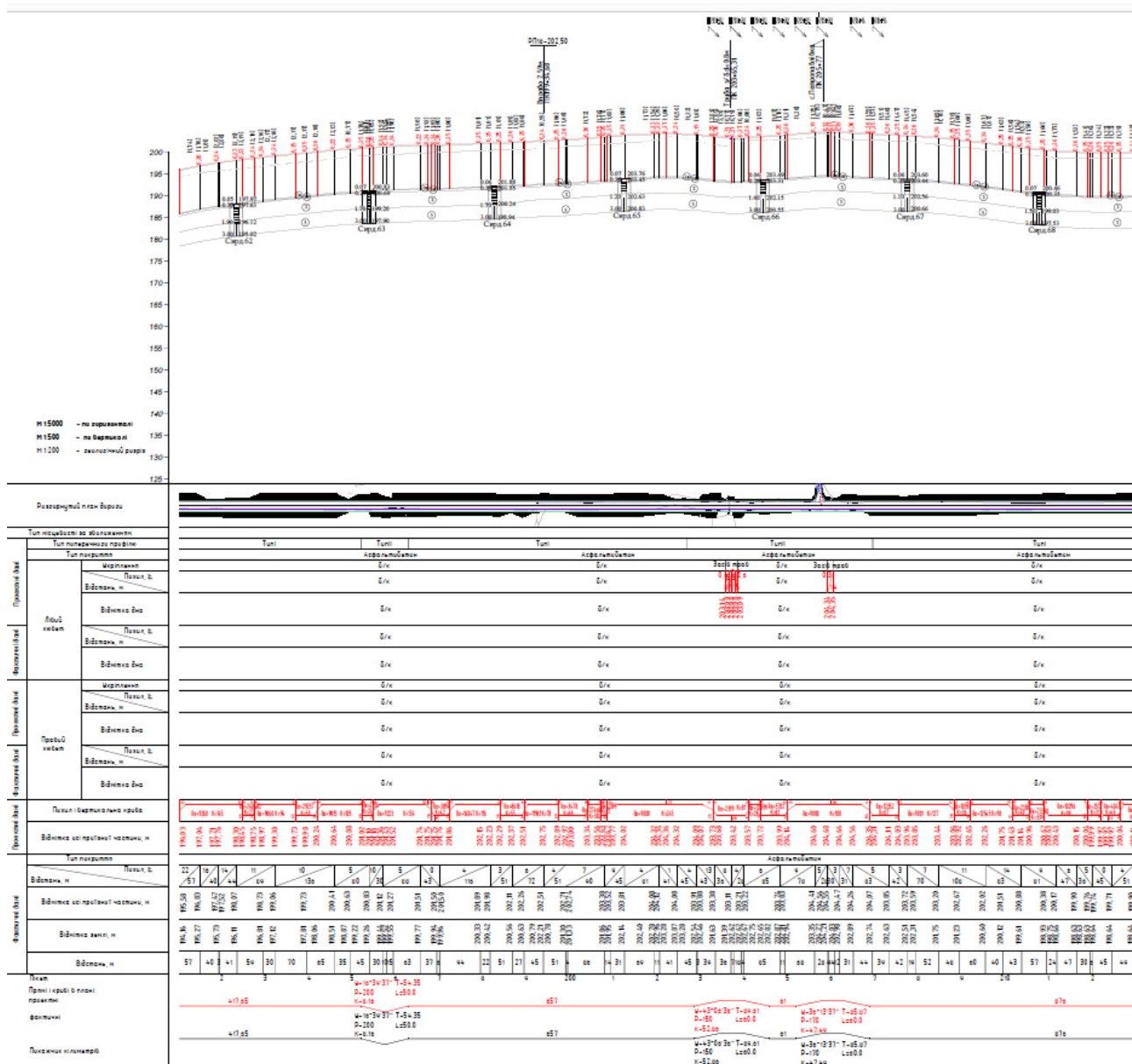


Рисунок 2.2 – Поздовжній профіль автомобільної дороги

### Дорожній одяг

При конструюванні дорожнього одягу (рис. 2.4) враховувались кліматичні умови, наявність виробничої бази та інтенсивність руху автотранспорту. На завантаження цієї дороги впливають транзитний вантажний автотранспорт та рух громадського транспорту.

Розрахунок мінімального потрібного модуля пружності дорожнього одягу нежорсткого типу виконано у відповідності до галузевих будівельних норм України [11]. Строк експлуатації дорожнього одягу між капітальними ремонтами визначено у відповідності до ДБН В.2.3-4:2015 [7]. Для автомобільної дороги І-б категорії з капітальним типом покриття і матеріалом прикриття ЩМА строк

експлуатації дорожнього одягу становить 11 років. Розрахунок мінімального потрібного модуля пружності виконано на 2028 рік. При визначенні загального модуля пружності враховано коефіцієнт міцності дорожнього одягу.

Було розроблено та порівняно 3 варіанти конструкції дорожнього одягу, для виконання прийнято більш економічний, довговічний та технологічний варіант № 1.

Рекомендований варіант дорожнього одягу було вибрано на підставі підрахунку приведених витрат, які включають в себе витрати на утримання дороги, поточний (планово-попереджувальний) та капітальний ремонт.

Рекомендованим варіантом передбачена така конструкція дорожнього одягу основного проїзду та зупинкових смуг:

- Вирівнюючий шар ЩПС С-7 згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013;
- ЩПС С-7 згідно ДСТУ Б В.2.7-30:2013 укріплена цементом 3%, h=12 см;
- Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 1 л/м<sup>2</sup>
- Вирівнюючий шар АБ.Кр.Щ.А1.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно з ДСТУ 4044-2019, h<sub>сер</sub>=12 см;
- Розлив бітумної емульсії ЕКШ-50 за ДСТУ Б В.2.7-129:2013, 0,4 л/м<sup>2</sup>;
- АБ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно з ДСТУ 4044-2019, h=5 см

Для відводу води з проїзної частини передбачено улаштування водоскидів.

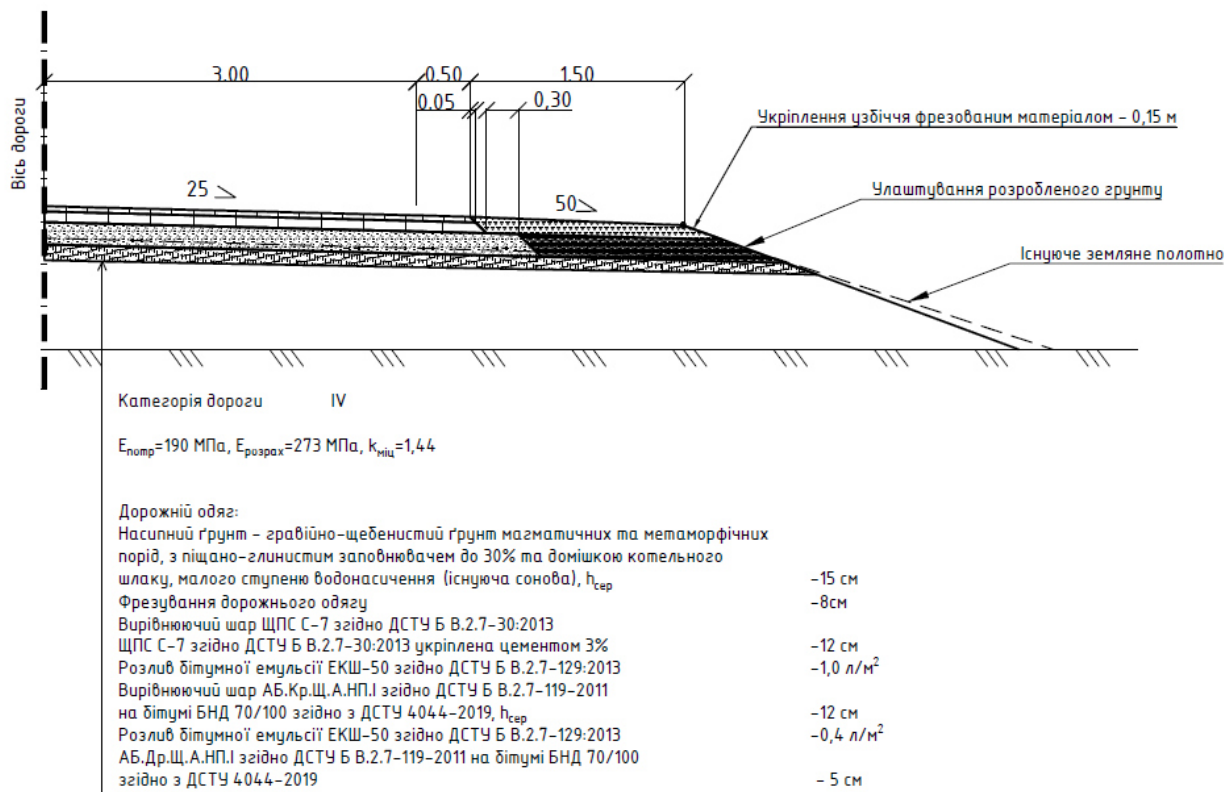


Рисунок 2.4 – Конструкція дорожнього одязу запроєктованої ділянки автомобільної дороги

#### Заходи по забезпеченню безпеки руху

Проектом передбачаються наступні заходи щодо безпеки дорожнього руху:

- доведення параметрів проїзної частини до нормативних;
- відновлення твердого покриття проїзної частини;
- встановлення бар'єрного огороження в межах штучних споруд та на насипах, висотою більше 2-х метрів;
- встановлення дорожніх знаків;
- нанесення дорожньої розмітки.

#### Тротуари, дорожні знаки, розмітка, огороження

Передбачено облаштування тротуарів від зупинок громадського транспорту до примикання в населені пункти.

Ширина тротуару – 1,5 м.

Покриття тротуару – асфальтобетон.

Для забезпечення безпеки дорожнього руху та орієнтування водіїв на дорозі передбачається влаштування дорожніх знаків II типорозміру, із

світлоповертальною поверхнею, індивідуальних дорожніх знаків із світлоповертальною поверхнею, дорожнього металевого (оцинкованого) огороження бар'єрного типу, із стримувальною здатністю 280 кДж, із світлоповертальними елементами, розмітки фарбою та пластиком.

Щитки знаків виготовляються з декапірованої листової сталі, покритою світлоповертальною плівкою

### **2.3 Організація будівництва**

*Обґрунтування прийнятого терміну будівництва.*

Роботи з капітального ремонту дороги передбачається виконати силами спеціалізованої підрядної організації.

Кошторисна вартість робіт по капітальному ремонту дороги визначена в поточних цінах станом на 01 грудня 2021 р. і становить 450824,452 тис. грн, у тому числі:

- будівельні роботи – 334881,871 тис.грн;
- вартість устаткування – 319,406 тис. грн;
- інші витрати – 84859,910 тис.грн;
- податок на додану вартість (ПДВ) – 70010,198 тис.грн.

Загальна нормативна тривалість виконання робіт по капітальному ремонту мосту визначена проектом організації будівництва (відповідно до вказівок п.4.1.2 розділу “Порядок визначення тривалості будівництва об’єктів” ДСТУ Б А.3.1-22:2013 та п.21 "Загальних положень\* СНиП 1.04. 03-85\*) виходячи і з загальної трудомісткості будівельно-монтажних робіт, визначеної за зведеним кошторисним розрахунком, що складає 96,50966 тис. люд-годин.

$$T = \frac{96509,66}{8 \times 21 \times 30 \times 2} = 9,6 \text{міс}$$

де:

- 8 - тривалість робочої зміни, годин;
- 21 - кількість робочих днів у місяці;
- 30 - середня чисельність робітників;
- 2 - змінність виробництва робіт.

Загальна тривалість будівництва складе 9,6 місяців.

Згідно з ДБН А.3.1-5-2016, фактична тривалість будівництва може бути уточнена на етапі побудови календарного графіку в рамках ПВР, що складається будівельною підрядною організацією.

Розподіл капітальних вкладень і обсягів будівельних робіт у грошовому вираженні по кварталам будівництва (у поточних цінах станом на 1 грудня 2021 р.) наведено в «Календарному плані будівництва», додаток А, який може бути уточнено за результатами складання календарного графіку будівельною підрядною організацією.

Роботи з капітального ремонту передбачається виконати в один етап.

На етапі складання ПВР будівельною підрядною організацією може бути прийняте рішення про розділення ділянки будівництва на дрібніші «захватки». У такому випадку послідовність робіт приведена для кожної захватки, а не етапу.

#### *Підготовчі роботи*

1. За необхідності виконується планування будівельного майданчика. Облаштовується майданчик тимчасових будівель та споруд. Остаточне місце розташування майданчиків уточнюється під час розробки проекту виконання робіт підрядною будівельною організацією.

2. Подача матеріалів до будмайданчика. Складування матеріалів.

#### *Основні роботи*

3. Виніс траси в натуру

4. Виконання робіт з організації дорожнього руху

5. Фрезування верхнього шару асфальтобетону з навантаженням на автосамоскиди установкою холодного фрезування і перевезенням до місць складування автосамоскидами

6. Зрізання та планування узбіччя та зон розширення траси бульдозерами та автогрейдерями

7. Укладання, згідно з технологічною послідовністю, щебенево-піщаної суміші ЩПС С-7 з перевезенням автосамоскидам, розвантаженням екскаваторами, плануванням бульдозерами та автогрейдерями і ущільненням

котками

8. Укладання, згідно з технологічною послідовністю, щебенево-піщаної суміші ЩПС С-7 укріпленої цементом 3% з перевезенням автосамоскидам, укладанням асфальтоукладчиками і ущільненням котками

9. Виконання розливу бітумної емульсії автогудронаторами;

10. Укладання, згідно з технологічною послідовністю, крупнозернистого асфальтобетону АБ.Кр.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно з ДСТУ 4044-2019 з перевезенням автосамоскидам, укладанням асфальтоукладчиками і ущільненням котками

11. Виконання розливу бітумної емульсії автогудронаторами

12. Укладання, згідно з технологічною послідовністю, дрібнозернистого асфальтобетону АБ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно з ДСТУ 4044-2019 з перевезенням автосамоскидам, укладанням асфальтоукладчиками і ущільненням котками

13. Улаштування зовнішнього бордюрного огороження тротуара.

14. Укладання асфальтобетонного покриття тротуару на попередньо підготовлені шари основи.

15. Монтаж автопавільйонів

16. Будівництво майданчика габаритно вагового контролю

17. Виконання робіт з улаштування узбіччя;

18. Занурення стійок бар'єрної огорожі малим копровим обладнанням пневмоударної або дизельної дії;

19. Установка дорожніх знаків;

20. Установка профілю бар'єрної огорожі з обробкою поверхонь згідно з робочим проектом.

21. Нанесення дорожньої розмітки;

В ході підготовчих робіт Замовнику необхідно прийняти від Генпідрядника, не пізніше ніж за 10 днів до початку будівництва, геодезичну розбивочну основу, вивчити проектні матеріали, що містять вихідні дані для розбивки; вивчити Проект виробництва робіт; вибрати методику вимірювань; скласти геодезичні

схеми, креслення та календарний план виконання геодезичних робіт на об'єкті; візуально обстежити територію (місцевість) будівництва.

Підрядник в присутності Замовника приймає винесеною і закріпленою геодезичними знаками на місцевості трасу автомобільної дороги. Прийом-передача закріпленої траси оформлюється Актом з додатком до нього необхідних відомостей та журналів. При прийманні висотного обґрунтування звіряють з каталогом і уточнюють в натурі розташування пунктів державної нівелювальної мережі використовуваних при ІГВ. Вибірковій перевірці підлягають позначки пікетажу траси і виносних точок. Всі закріплені і винесені точки заносяться в схему закріплення траси.

При передачі ГРО Генпідрядник передає закріплені на місцевості поза зоною проведення робіт наступні пункти і знаки:

- межі смуги відводу земель;
- планові знаки дороги, закріплені не рідше ніж через 0,5 км, що визначають вісь, початок, кінець дороги і проміжні точки;
- ВУ повороту і інші точки;
- репери уздовж дороги;
- осі штучних споруд;
- місця розміщення насипів і виїмок.

Генпідрядник також передає наступну технічну документацію:

- схеми закріплення смуги відводу на прямих і криволінійних ділянках, виконаних в масштабі генерального плану будівництва;
- відомості: лінійних промірів дороги; закріплення осі дороги; реперів; кутів повороту; прямих і кривих; координат;
- каталоги координат, висот і абрис всіх пунктів ГРО.

Всі роботи виконувати згідно з технологічними картками, що розробляються на етапі складання ПВР будівельною підрядною організацією.

Ущільнення щербенистих сумішей рекомендується проводити спочатку катками на пневматичних шинах (10-12 проходів), а потім катком масою 10-18 т з гладкими вальцями (2-4 проходів). Укочування проводиться від упорного бруса

до середини смуги, перекриваючи кожен попередній слід на 20-25 см.

Робоча швидкість руху котків при ущільненні повинна бути на початку ущільнення 1,5-2 км / год, після 5-6 проходів по одному сліду - 3-5 км / год для гладковальцових котків, 2-3 км / год - для вібраційних котків і 5-8 км / год - для котків на пневматичних шинах.

Будівельні роботи передбачається виконувати відповідно до проекту виконання робіт (розробленого підрядною організацією з урахуванням вимог «Організація, виробництво й приймання робіт», ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення», НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні», НПАОП 0.00-1.01-07 «Правила пристрою й безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», відомчих інструкцій з техніки безпеки), технологічних карт трудових процесів і з дотриманням поопераційного контролю якості. Особливу увагу необхідно звернути на дотримання правил особистої безпеки.

Доставка виробів та матеріалів до місця проведення робіт передбачається автомобільним транспортом.

Забезпечення будівництва енергетичними ресурсами передбачається здійснити:

- Електроенергія – від пересувних електростанцій типу ЗЕС;
- Вода для питних і технічних потреб – привізна;
- Стисле повітря – від пересувних компресорів.

Загальна кошторисна трудомісткість робіт з капітального ремонту становить 96509,66 люд. днів.

Забезпечення зайнятих на будівництві працівників тимчасовими будинками й спорудами, а також будинками адміністративно-побутового призначення планується за рахунок розселення робітників в близькому населеному пункті. Місце розташування майданчика тимчасових будинків і споруд уточнюється на стадії розробки проекту виконання робіт.

На будівельному майданчику встановлюється пожежний щит. Комплект

засобів пожежогасіння, які розміщуються на пожежному щиту: вогнегасники - 3 шт., ящик з піском, укомплектований совковою лопатою - 1 шт. (місткістю 1,0 м<sup>3</sup>), покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті розміром 2×2 м - 1 шт., гаки - 3 шт., лопати - 2 шт., ломи - 2 шт., сокири - 2 шт.

Детально розташування будівельних майданчиків визначається на етапі складання ПВР будівельною підрядною організацією або по місцю під час виконання підготовчих робіт.

Будівельні майданчики необхідно розташовувати так, щоб забезпечувати наявність необхідних тимчасових споруд, площадок та складів. Рекомендовано розташовувати будмайданчик на старих ділянках дороги або поза автодорогою на підготовлених площадках.

Будівельний майданчик повинен містити наступні споруди та склади:

- Прорабська;
- Контора;
- Побутові приміщення;
- Санітарно-побутовий блок;
- Механічна майстерня;
- Медпункт;
- Площадка для техніки;
- Матеріальний склад;
- Штабельний склад елементів бар'єрної огорожі;
- Штабельний склад бордюрних каменів і тротуарної плитки (за необхідності);
- Склад піску та щебеню;

### **3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

#### **3.1 Порівняння варіантів дорожнього одягу**

Різні проектні плани можуть мати суттєві відмінності в технічних показниках, вартості будівництва, якості транспортування та експлуатації, показниках безпеки руху та вимогах до охорони навколишнього середовища. Загальним критерієм вибору оптимального рішення є показник ефективності капітальних вкладень.

Основою для визначення інвестиційної ефективності проекту є оцінка та порівняння витрат на його реалізацію та майбутніх прибутків. За методами оцінки собівартості та можливого прибутку їх можна розділити на дві групи:

- Порівняння очікуваних термінів окупності (капітальних вкладень);
- Порівняння дисконтованих (заданих) економічних показників.

До першої групи відносяться:

- Визначити прості терміни окупності капітальних вкладень;
- Розрахувати дисконтований термін окупності капітальних вкладень.

До другої групи відносяться:

- Порівняння заявленої вартості проекту;
- Розрахунок чистого дисконтованого доходу або чистої поточної вартості;
- порівняння дисконтованих витрат, отриманих від впровадження

альтернативних проектів.

#### **3.2 Основні положення з улаштування шару дорожнього одягу за технологією «холодного ресейклінгу»**

Відповідно до положень [12] при виготовленні МДХР використовують мінеральні, органічні та комплексні в'язучі. З метою оптимізації процесу структуроутворення та забезпечення вимог до фізико-механічних властивостей СХР допускаються такі добавки різного функціонального призначення. Усі добавки, що використовуються при приготуванні СХР, повинні відповідати вимогам відповідних нормативних документів. Влаштування дорожнього захисного шару СХР здійснюється двома способами:

- використанням утилізаторів безпосередньо на дорозі,

- використанням стаціонарних змішувальних пристроїв примусової дії для приготування СХР з в'язучим та його подальшого транспортування, укладання, формування та натискання.

Найкращим варіантом приготування СХР є приготування в установці, оскільки при такому способі досягається краща однорідність суміші.

Роботи з укладання дорожнього захисного шару за технологією холодного ресайклінгу необхідно проводити при температурі не нижче 5 °С і завершити до початку осінніх дощів або коли температура стабілізується нижче 5 °С протягом не менше 28 днів.

Роботи з укладання шарів мощення за технологією холодного ресайклінгу проводяться згідно з планом виконання робіт та технічним регламентом (при необхідності).

Усі мінеральні в'язучі можна використовувати в сухому (текучому) стані та суспензійному вигляді для укладання шарів дорожнього одягу на автомобільних дорогах за технологією холодного ресайклінгу. Слід віддавати перевагу використанню мінеральних в'язучих речовин у формі суспензії, ніж дисперсних станів, щоб уникнути їх втрати вітром і забезпечити більш рівномірний розподіл [12].

Приблизна довжина одноразової водозбірної площі ресайклера залежить від типу в'язучого, що додається до суміші:

- цемент — від 100 м до 300 м;
- комбінація цементу та мінерального в'язучого, що повільно твердне — від 400 м до 500 м;
- емульгований асфальт або піноасфальт — від 400 м до 500 м;
- композитне в'язуче (поєднання асфальтової емульсії або піноасфальту та мінерального в'язучого) — від 200 м до 400 м

Є чотири варіанти застосування технології «холодного ресайклінгу»:

- влаштування шару дорожнього одягу з СХР з використанням мінерального в'язучого безпосередньо на дорозі;
- влаштування шару дорожнього одягу з СХР з використанням органічного

в'язуючого безпосередньо на дорозі;

- влаштування шару дорожнього одягу з СХР з використанням комплексного в'язуючого безпосередньо на дорозі;

- влаштування шару дорожнього одягу з СХР, приготовленої у стаціонарній змішувальній установці.

### 3.3 Розрахунок варіантів конструкцій дорожнього одягу

Для дослідження ефективності застосування технології «холодного ресайклінгу» при капітальному ремонті автомобільної дороги розроблено чотири варіанти дорожніх одягів, (рис. 3.1 – 3.4).

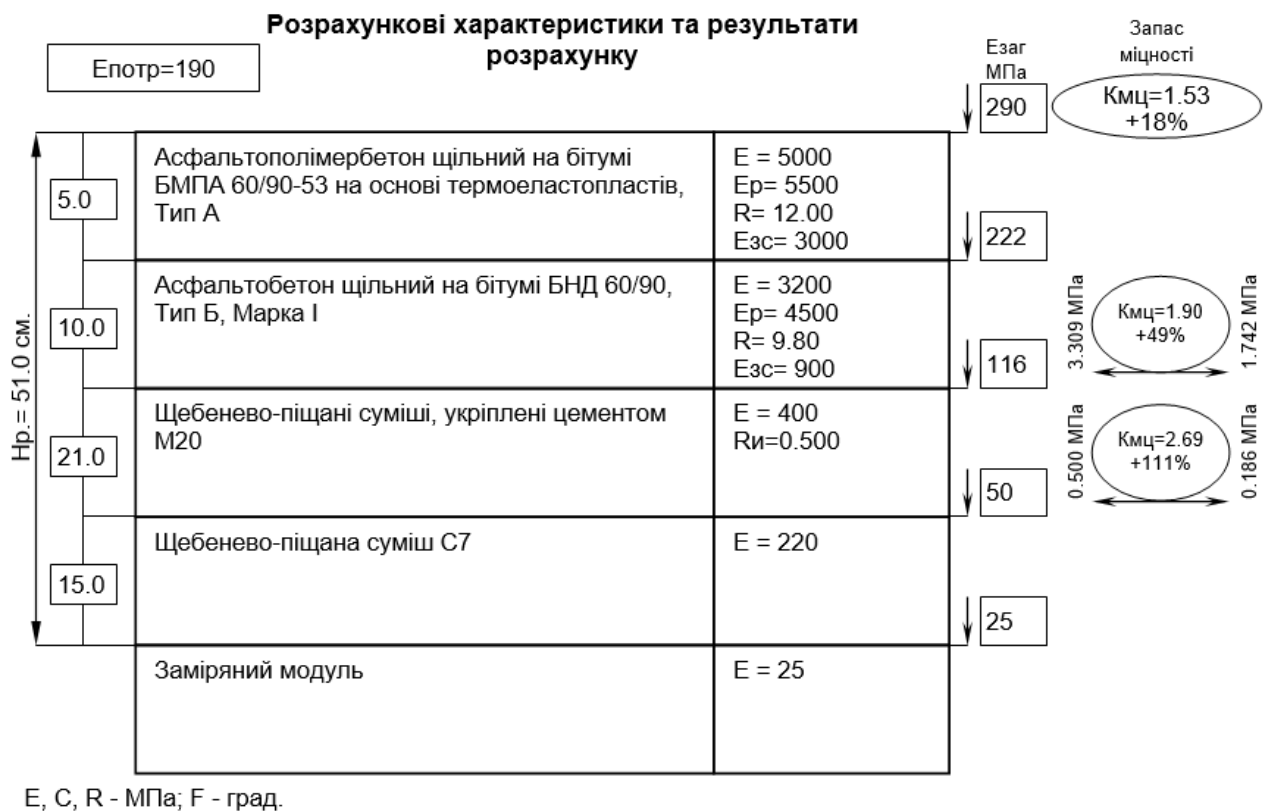


Рисунок 3.1 – Розрахунок варіанту 1 конструкції дорожнього одягу

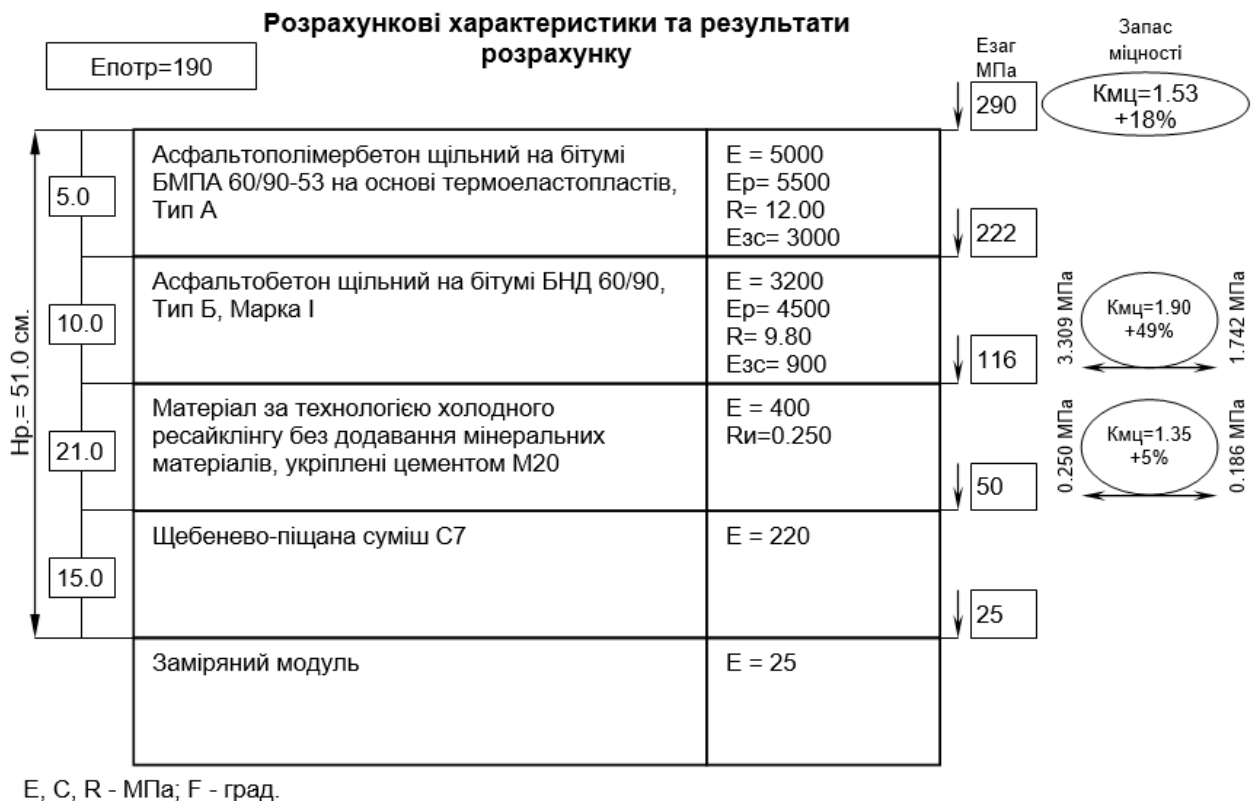


Рисунок 3.2 – Розрахунок варіанту 2 конструкції дорожнього одягу

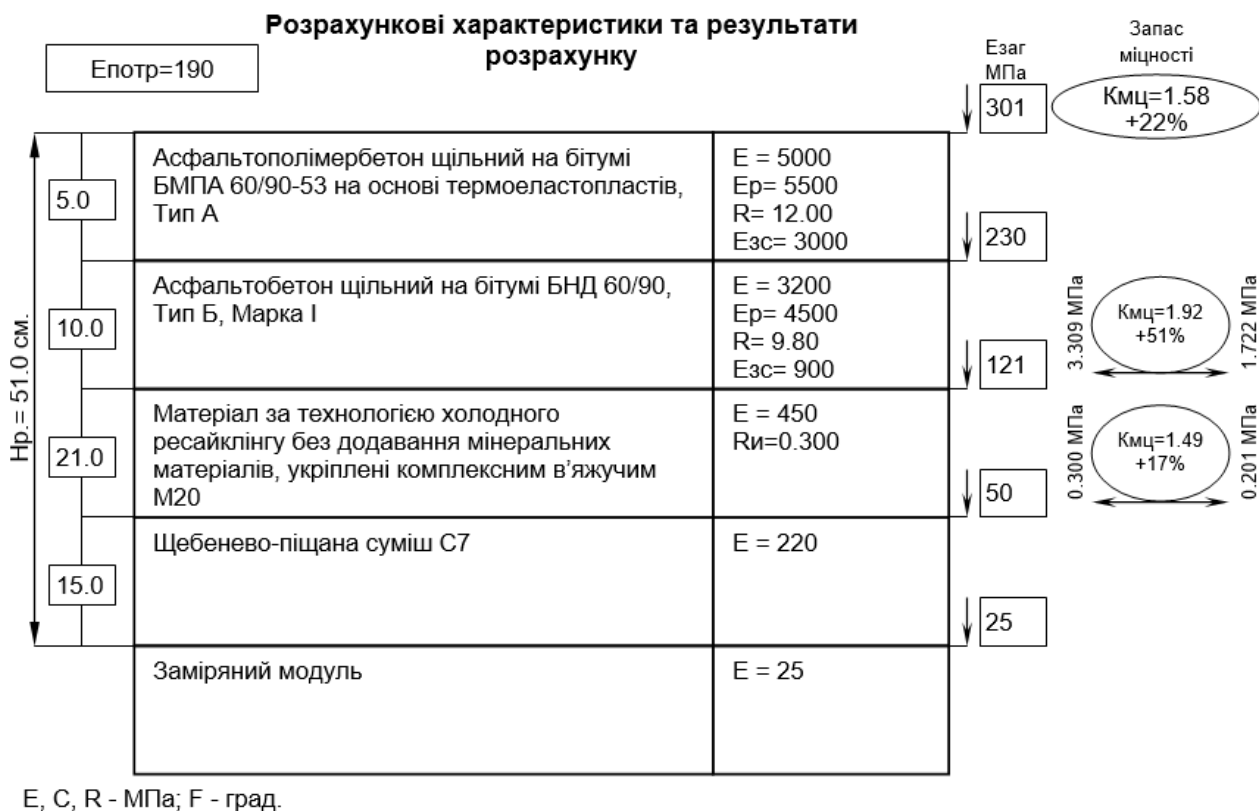


Рисунок 3.3 – Розрахунок варіанту 3 конструкції дорожнього одягу

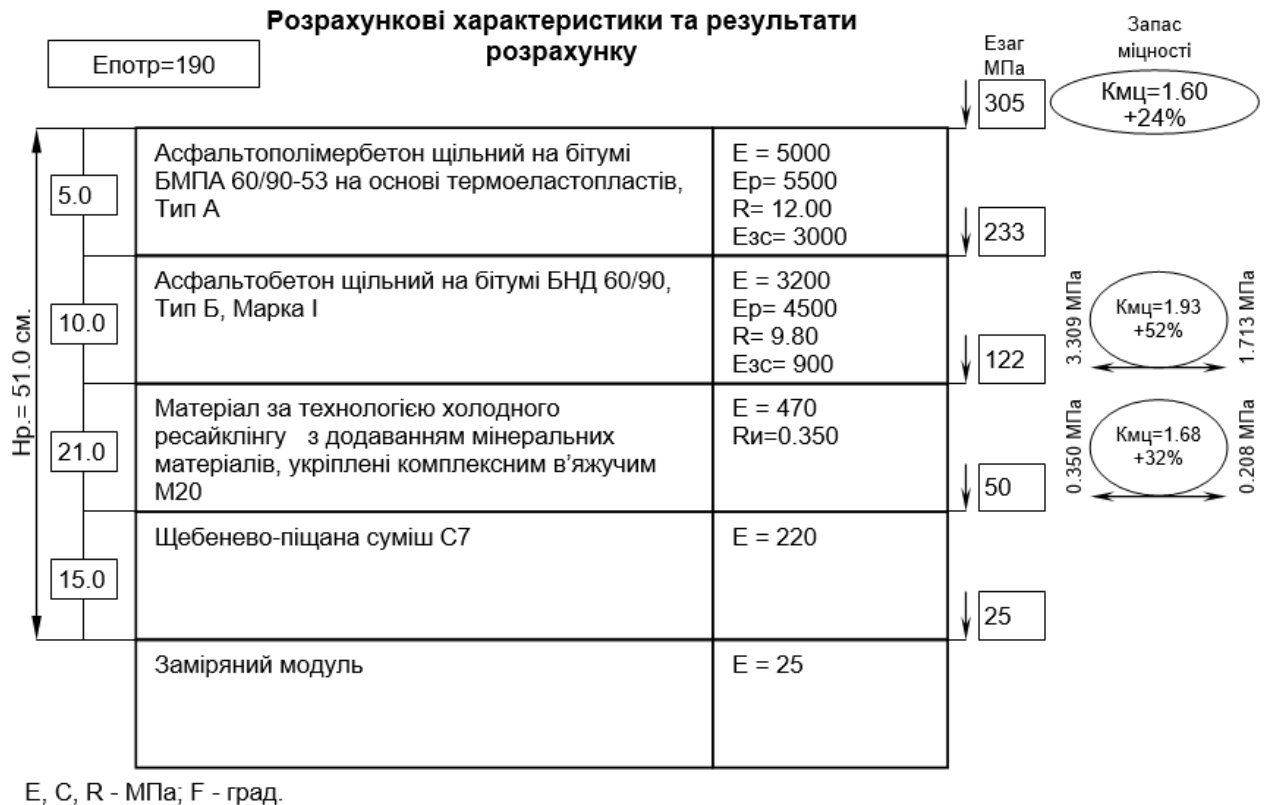


Рисунок 3.4 – Розрахунок варіанту 4 конструкції дорожнього одягу

Розрахунок виконаний за допомогою програми Radon UA. Згідно виконаних розрахунків найкращого значення модуля пружності має варіант 4 (табл. 3.1, рис.3.4), в шарах основи якого застосовується матеріал, що виготовлений за допомогою холодного ресайклінгу та укріплений комплексним в'язучим марки М20. Цей варіант має найбільший запас міцності конструкції в порівнянні з іншими конструкціями. При аналізі встановлено, що всі варіанти мають різницю не більше 5%, що дозволяє вважати їх рівноцінними варіантами.

Таблиця 3.1 – Розрахункові значення по варіантам конструкцій дорожнього одягу

	Модуль пружності, МПа	Коефіцієнт запасу міцності
Варіант 1	290	1,53
Варіант 2	290	1,53
Варіант 3	301	1,58
Варіант 4	305	1,60

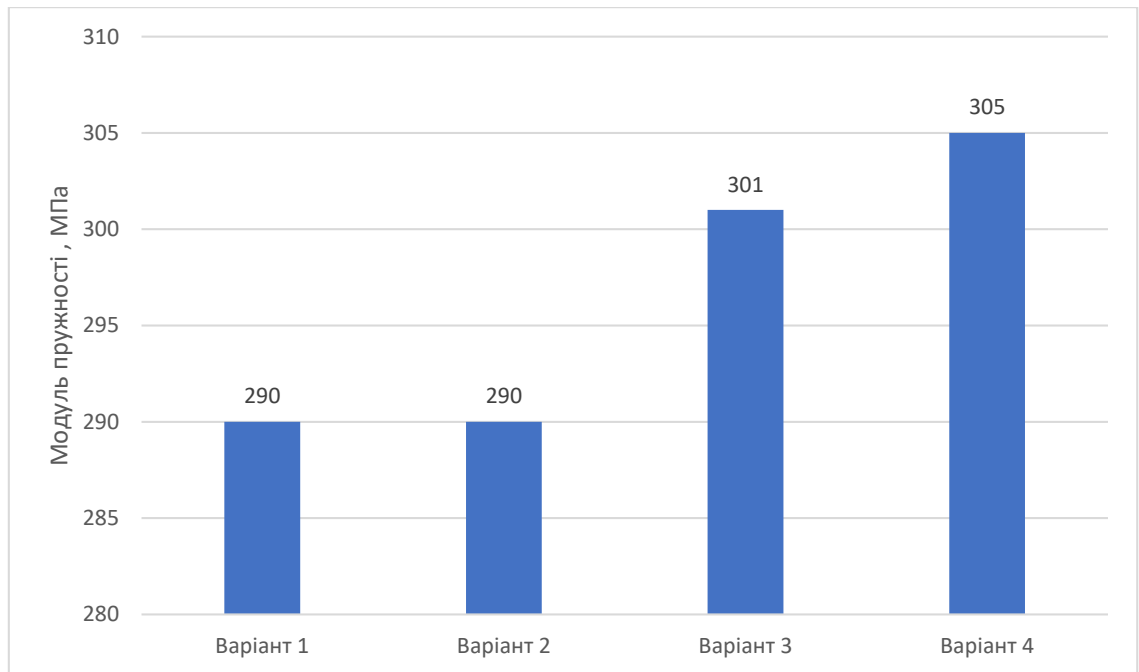


Рисунок 3.5 – Графік модулів пружності дорожніх одягів за варіантами 1-4

### 3.4 Техніко-економічне порівняння варіантів конструкцій дорожніх одягів

Вартість по кожному з варіантів визначалася за формулою:

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

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

$a_1, a_2, a_3, a_4$  – ціна асфальтобетону, цементу та інших матеріалів.

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

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

де  $L, \delta$  - відповідно довжина і відсоток зруйнованої автодороги.

Таблиця 3.2 – Вартість влаштування дорожнього одягу. Варіант 1

Варіант	Тип матеріалу	Товщина шару, см	Об'єм матеріалу, м <sup>3</sup>	Вартість	
				на одиницю, грн	загальна, тис. грн
1	2	3	4	5	6
1	Улаштування шару покриття з дрібнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044-2019 асфальтоукладачем, h=0,05м	5	8657	17600	152 363,2
	Улаштування вирівнюючого шару крупнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Кр.Щ.А1.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044-2019 асфальтоукладачем, h <sub>сер</sub> =0,12м	10	21066	14667	308 975,022
	Улаштування ЩПС С-7 укріплена цементом 3% асфальтоукладачем, h=0,21м	21	22424	4056	90 951,744
	Улаштування вирівнюючого шару ЩПС С-7 автогрейдером	15	7558	2156	16 295,048
	<b>Загальна вартість по варіанту 1</b>				<b>568,59 млн грн</b>

Таблиця 3.3 – Вартість влаштування дорожнього одягу. Варіант 2

Варіант	Тип матеріалу	Товщина шару, см	Об'єм матеріалу, м <sup>3</sup>	Вартість	
				на одиницю, грн	загальна, тис. грн
1	2	3	4	5	6
1	Улаштування шару покриття з дрібнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044-2019 асфальтоукладачем, h=0,05м	5	8657	17600	152 363,2
	Улаштування вирівнюючого шару крупнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Кр.Щ.А1.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044-2019 асфальтоукладачем, h <sub>сер</sub> =0,12м	10	21066	14667	308 975,022
	Матеріал за технологією холодного ресайклінгу без додавання мінеральних матеріалів, укріплені цементом М20, h=0,21м	21	22424	310	6 951,440
	Улаштування вирівнюючого шару ЩПС С-7 автогрейдером	15	7558	2156	16 295,048
<b>Загальна вартість по варіанту 1</b>				484,59 млн грн	

Таблиця 3.4 – Вартість влаштування дорожнього одягу. Варіант 3

Варіант	Тип матеріалу	Товщина шару, см	Об'єм матеріалу, м <sup>3</sup>	Вартість	
				на одиницю, грн	загальна, тис. грн
1	2	3	4	5	6
1	Улаштування шару покриття з дрібнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044-2019 асфальтоукладачем, h=0,05м	5	8657	17600	152 363,2
	Улаштування вирівнюючого шару крупнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Кр.Щ.А1.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044-2019 асфальтоукладачем, h <sub>сер</sub> =0,12м	10	21066	14667	308 975,022
	Матеріал за технологією холодного ресайклінгу без додавання мінеральних матеріалів, укріплені комплексним в'язучим М20, h=0,21м	21	22424	530	11 884,72
	Улаштування вирівнюючого шару ЩПС С-7 автогрейдером	15	7558	2156	16 295,048
<b>Загальна вартість по варіанту 1</b>				<b>489,48 млн грн</b>	

Таблиця 3.5 – Вартість влаштування дорожнього одягу. Варіант 4

Варіант	Тип матеріалу	Товщина шару, см	Об'єм матеріалу, м <sup>3</sup>	Вартість	
				на одиницю, грн	загальна, тис. грн
1	2	3	4	5	6
1	Улаштування шару покриття з дрібнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Др.Щ.А.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044-2019 асфальтоукладачем, h=0,05м	5	8657	17600	152 363,2
	Улаштування вирівнюючого шару крупнозернистого щільного асфальтобетону АСГ.Кр.Щ.А1.НП.І згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044-2019 асфальтоукладачем, h <sub>сер</sub> =0,12м	10	21066	14667	308 975,022
	Матеріал за технологією холодного ресайклінгу без додавання мінеральних матеріалів, укріплені комплексним в'язучим М20, h=0,21м	21	22424	1388	31 124,512
	Улаштування вирівнюючого шару ЩПС С-7 автогрейдером	15	7558	2156	16 295,048
<b>Загальна вартість по варіанту 1</b>				<b>508,76 млн грн</b>	

За даними моніторингу 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 [13], розраховано вартість дорожнього одягу, результати якого наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.6 – Вартість влаштування дорожнього одягу по варіантам

	Вартість влаштування дорожнього одягу, млн. грн
Варіант 1	568,59
Варіант 2	484,59
Варіант 3	489,48
Варіант 4	508,76

Для порівняння вартості чотирьох варіантів конструкцій дорожніх одягів, побудований графік порівняння їх вартості (рис. 3.5).

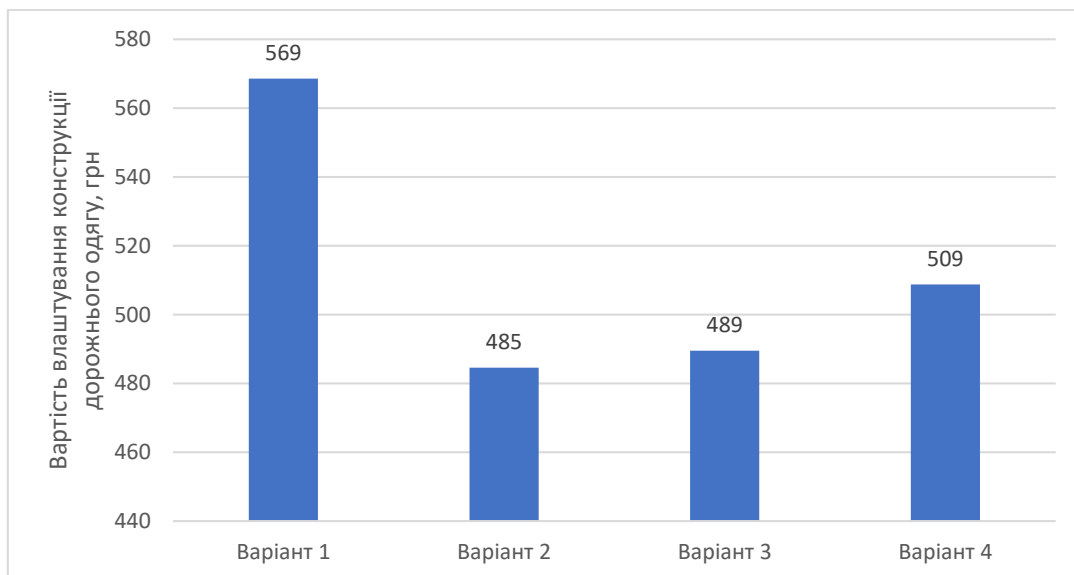


Рисунок 3.6 – Порівняння вартості дорожніх одягів за варіантами 1-4

При аналізі графіку (рис. 3.5) найдешевшим варіантом влаштування дорожнього одягу є варіант 2. Але, оскільки різниця між значеннями ціни варіантів 2-4 знаходиться в межах 5%, це дозволяє вважати їх рівноцінними варіантами.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Вимоги безпеки праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг, а також штучних споруд

Безпека праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг, а також штучних споруд забезпечується під час виконання всіх технічних процесів, підготовки робочих майданчиків, забезпечення безаварійної роботи всіх машин, механізмів і обладнання.

Важливе значення для попередження виробничого травматизму має посилення індивідуальної та колективної відповідальності майстрів і бригадирів з приводу дотримання вимог охорони праці.

У 1986 році Президія ЦК КПРС затвердила створення Карагандинської гірничої бригади на чолі з Д. А. Акошкаровим, девізом якої було «Нам довірено, ми відповідаємо».

Суть цього заходу полягає не тільки в підвищенні загальнодержавної відповідальності за охорону праці інженерно-технічного персоналу, а й у підвищенні загальнодержавної відповідальності за охорону праці працівників, вихованні у кожного члена колективу почуття особистої відповідальності за суворе дотримання трудових норм, безпек, вимоги широко використовуються при будівництві автомобільних доріг.

Вирішальними умовами усунення виробничого травматизму передовий колектив дорожників вважає розумну організацію праці, високу трудову дисципліну, механізацію виробничого процесу, санітарно-побутові умови.

Будівництво доріг складається із комплексної серії технічних процесів, включаючи розчищення доріг, будівництво поверхні, фундаменти та покриття, будівництво трубопроводів, мостів і лінійних службових будівель. Операції стосуються технічного обслуговування та ремонту доріг і мостів, у тому числі лінійних будівель.

Дорожньо-будівельні роботи можна розпочати лише після отримання затвердженої проектною документації – Проекту організації будівництва (ПОР) та Проекту виконання робіт (ППР).

Головний проектний підрозділ, який готує завдання на проектування та складає проектний план охорони праці в проектах будівельного підрозділу.

Генпідрядні та субпідрядні будівельно-монтажні організації розробляють проектні рішення з охорони праці в об'єктах виробництва робіт. POS та PPR повинні містити технічні рішення щодо безпечної роботи, охорони здоров'я працівників, освітлення робочого місця, пожежної безпеки в будь-яку пору року.

Температура зовнішнього повітря та інтенсивність вітру в цій кліматичній зоні, де необхідно припинити проведення робіт на відкритому повітрі, визначаються обласною (районною, міською) державною адміністрацією.

У районах із жарким кліматом і при виконанні важкої фізичної праці на відкритому повітрі в спекотні дні її необхідно виконувати в холодні години доби, а відпочивати — у період найвищих плюсових температур.

Під час роботи необхідно використовувати спеціальний одяг і взуття.

Люди, які працюють у місцях поширення комарів, повинні носити спеціальні засоби захисту.

На робочому місці кожен будівельник повинен мати аптечку з інструкціями щодо надання першої допомоги.

Всі працівники повинні бути навчені правилам і способам надання першої медичної допомоги.

Інженерно-технічний персонал, відповідальний за охорону праці, при вступі на посаду і в подальшому відповідно до встановлених умов повинен скласти іспит на знання технологічних особливостей, вимог охорони праці, безпечної експлуатації транспортних засобів і доріг.

Виконувати роботи з будівельної техніки, пожежної безпеки, промислової гігієни та інші роботи згідно посадових обов'язків.

#### Розчищення траси

Такі процеси, як відновлення та укріплення доріг, розчищення доріг, смуги відведення та перенесення комунікацій є частиною підготовчих робіт, спрямованих на повторну підготовку дороги до будівництва земляного полотна.

Видалення з колії пнів, хмизу, каміння, деревини та інших предметів

здійснюється переважно механічним способом, але можливе застосування ручного та вибухового способів.

При видаленні пнів механізованим способом перед початком робіт необхідно перевірити наявність лопати та наявність захисних огорож і пристроїв. Роботи з корчування пнів проводяться під керівництвом капітана або бригадира, який зобов'язаний вживати заходів щодо охорони місця робіт від сторонніх осіб.

При використанні лебідки (ручної або навісної на трактор) в пні необхідно зробити виїмку достатньої глибини, щоб виключити можливість зісковзування троса під час тяги. Для торсіонних пеньків діаметром менше 35 см діаметр троса буксирного каната повинен бути не менше 16-20 мм, а діаметр троса анкерного каната - не менше 20 мм. При скручуванні пнів діаметром від 35 до 50 см діаметр буксирного каната повинен бути не менше 25 мм, а діаметр якірного каната - не менше 30 мм.

Під час скручування пня всі працівники повинні триматися подалі від точки скручування, а відстань не повинна бути меншою за відстань між скрученим пнем і анкерною палією, щоб уникнути травм при обриві канату. При ручному скручуванні пня за допомогою важеля (вантаж) необхідно стежити, щоб під піднятим кінцем важеля не було жодного працівника.

Видалення пнів, дерев та вибухонебезпечне знешкодження великого каміння та мерзлого ґрунту повинні проводитися спеціалізованими бригадами.

Перед розчищенням газонкосаркою смуги відводу від чагарників та підліску необхідно очистити всю територію від пнів, каміння та дерев, діаметр яких на лінії зрізу перевищує 20 см!

Зрізати дерева кущорізом неможливо, тому що дерева гнуться і згинаються в напрямку руху машини.

У пересіченій, заболоченій місцевості та місцях з видимістю менше 50 м категорично забороняється використовувати кущорізи для розчищення чагарників і гаїв, під час роботи з обох боків кущоріза повинні бути встановлені червоні попереджувальні прапорці. Піднімайте та опускайте ніж кущоріза лише тоді, коли трактор зупинений.

Під час роботи газонокосарки необхідно стежити за наявністю огорож, що захищають тракториста від чагарників і дерев.

Якщо хмиз і дерева, що потрапили на гусениці або інші частини машини, не викидаються під час переміщення техніки, тракторист зобов'язаний зупинити машину і прибрати їх.

Працівникам забороняється стояти за кущорізом, що працює. Допоміжний персонал, який витягує та зрізає дерева, повинен знаходитися на відстані не менше 25 м від місця роботи кущоріза, а двом кущорізам дозволяється працювати одночасно лише в окремих зонах, віддалених один від одного не менше 40 м.

Для видалення коренів із дернового шару та розпушування самого дернового шару використовують розпушувачі.

Під час роботи розпушувача категорично забороняється ставати на його раму, перед підняттям або опусканням зубів машиніст повинен подати попереджувальний звуковий сигнал.

Заготівля, тралення і вирубка дерев повинні проводитися згідно з ГОСТ 123015-78 «Лісозаготівельні роботи». вимоги безпеки».

Вивезення деревини з дороги дозволяється лише після підписання представником лісгоспу та головним інженером дорожньої організації акту приймання-передачі про готовність лісосіки та затвердження проекту виробництва робіт.

Навколо місця зрубу деревини (на відстані не менше 50 м) слід розмістити заборонні знаки, розміщені на спеціальних переносних пристроях, і встановити сторожові для попередження перехожих про небезпеку.

Відповідальність за правильне розміщення вартових та своєчасне зняття заборонних знаків несе керівник техніки.

До роботи на лісозаготівлях не допускаються особи молодше 18 років.

Усі працівники лісу повинні бути в захисних касках. Усі лісові роботи необхідно проводити згідно з технічним кресленням робіт, затвердженим головним інженером дорожньої організації. Перш ніж звалити дерево,

підготуйте робоче місце, обрізавши хмиз і чагарник навколо дерева, і підготуйте інструменти та обладнання, необхідні для роботи (вила, шнеки, клини, мотузки та блоки). При вирубці лісу взимку, коли є сніг, необхідно ущільнити територію навколо дерев і утрамбувати доріжку довжиною 4-5 м під кутом  $45^\circ$ . Ці доріжки використовуються для швидкого відходу від поваленого дерева під час його падіння.

Дерева діаметром більше 30 сантиметрів перед рубкою необхідно розпилити або звалити.

Підпил або пилку роблять з того боку дерева, де планується його спилити.

Зрізайте або спилуйте стоячі дерева на глибину не менше  $1/4$  товщини пня. Верхня сторона зрубу або спилу повинна утворювати з нижньою стороною кут  $35-40^\circ$  перпендикулярно до осі дерева.

Поверхня дерева повинна бути врівень з верхнім краєм зрізу. Дерева з ухилом понад  $10^\circ$  вирубують у напрямку ухилу. Сухі і гнилі дерева перед валянням перевіряють на міцність, накладаючи на них шостий палець. При зрізанні здорових дерев підріз до підрізу не повинен перевищувати 2-3 см, при зрізанні дуплистих, сухих і гнилих дерев - 4-5 см.

Валку дерев повинні проводити двоє і більше працівників (вальник і помічник). При розробці Горельникова вирубка дерев була особливо небезпечною, коли інтенсивність зустрічного вітру перевищувала 3, крутість схилу перевищувала  $15^\circ$ , а зимова глибина снігу перевищувала 05 м. Вітрова вирубка лісу, тобто вирубка сухих, гнилих великих дерев (вис. 12 м, діаметр перевищує 30 см), не потрібне спеціальне механічне обладнання, і його можна вирубувати вибірково.

Видаляти висячі дерева можна лише під керівництвом майстра або бригадира за допомогою лебідки, воріт або трактора; тягнучи за мотузку з одночасним цим бульдозером; штовхаючи дерево збоку жердиною чи мітлою; пересуваючи тупнути вбік і назад, використовуючи важкі предмети. При цьому всі робочі повинні знаходитися з одного боку стовбура.

Висячі дерева також можна валяти, забиваючи клини в лунки або за

допомогою вил, вставлених на стовпи довжиною 5-65 м. Не можна спиляти дерево, над яким висить повалене дерево, збити інше дерево, перекинувши його на висяче дерево, прибрати з висячого дерева сплутані гілки і зрубати дерево.

Вирубку дерев у гірській місцевості слід проводити від підніжжя схилу до вершини схилу, а дерев – від вершини схилу вниз. Будь-які роботи нижче місця вирубки дерев на цьому схилі заборонені.

Зрізку дерев на кам'янистих або засніжених схилах можна проводити тільки після усунення ймовірності обвалу або сходження лавин. Забороняється вирубувати дерева за видимості менше 50 м, вночі, при силі вітру вище 6, а також у гірській місцевості при силі вітру вище 5.

Під час зрізання дерев поблизу ліній електропередач та зв'язку, щоб запобігти обриву проводів поваленими деревами, необхідно спочатку закріпити на дереві тяговий дріт або трос, зрізати його та починати різати.

Мотузкою слід тягнути дерево в протилежному напрямку дроту. Не можна залишати зрубані та недобудовані дерева необрізаними між роботами або в кінці роботи.

Зрізати сучки можна тільки на стійких деревах не ближче 50 м від місця зрубу. Гілки повалених дерев необхідно відрізати, починаючи з вузла і рухаючись у напрямку до верхівки, з протилежного боку відрізаної гілки.

Не можна стояти на поваленому стовбурі і рубати гілки, а також не можна рубати сокирою мертві гілки там, де стоїть дерево. Не дозволяється перебувати ближче 5 м до місця зрізу сучка (крім вальника).

Тралення повалених дерев можна починати тільки з ділянки не ближче 50 м від сучка або місця зрубу. Перед траленням дерева, кущі, кущі, пні та кущі необхідно очистити для підготовки до збирання.

Ширина відтяжок повинна бути не менше 5 м. Помістіть батіг на субстрат і почніть розподіл.

Зведення земляного полотна

При проектуванні дорожнього покриття необхідно рекультивувати кар'єри і охоронні території, водовідвідні канали і яри, а також вжити ефективних заходів

щодо захисту ґрунтів і водойм від потрапляння стічних вод, паливно-мастильних матеріалів і відходів їх переробки.

До основних джерел небезпечних і шкідливих факторів при будівництві доріг належать: мобільні дорожньо-будівельні машини і механізми; електрообладнання та електромережі; підземні комунікації (кабелі, газопроводи, кабелі зв'язку тощо); шум і вібрація від машин і обладнання; автомобіль. вихлопні гази, що містять небезпечні матеріали; автомобілі можуть перекинутися через насипи тощо.

При будівництві автомобільних доріг у гірській місцевості особливу увагу необхідно приділяти влаштуванню ґрунтового полотна, оскільки можливе виникнення зсувів, селів, зсувів тощо.

Відповідно до ГОСТ 124026-76 небезпечні місця повинні бути огорожені та обладнані відповідними попереджувальними та заборонними знаками та написами. Доступ до цих зон для роботи дозволяється лише після щоденного огляду відповідальною особою.

При будівництві земляного полотна дороги розробка, транспортування, ущільнення, планування тощо є механізованими спільними операціями і повинні виконуватися в суворій відповідності до плану виконання будівництва. Перед початком роботи необхідно перевірити наявність машин і механізмів.

Будівельні роботи на землі поблизу ліній електропередач і підземних комунікацій у межах охоронної зони можуть починатися лише з письмового дозволу організації, відповідальної за їх експлуатацію.

Оператори землерийних машин можуть розпочинати роботу лише після отримання письмового дозволу на це. Роботи в таких умовах виконуються під наглядом підрядника або майстра, поблизу проводів, кабелів під напругою та під наглядом інженера-електрика. Розроблений ґрунт може містити великі камені, валуни, пні та інші предмети, які перешкоджають переміщенню або розвитку ґрунту землерийною технікою. У цьому випадку машини необхідно зупинити і прибрати. Якщо перешкоди розташовані на схилах канав і вибоїн, перед усуненням персонал і обладнання необхідно перемістити в безпечне місце. Під

керівництвом відповідального ця перешкода була усунена.

Перед початком роботи необхідно перевірити ухил канавки. Якщо ґрунт має навислі козирьки, тріщини по верхніх краях та інші ознаки можливого обвалення ґрунту, необхідно зняти ґрунт для запобігання його самовільного обвалення.

Під час роботи на схилах канав глибиною понад 3 м і ухилом понад 1:1 і насипах висотою понад 3 м слід вживати заходів безпеки, щоб уникнути ковзання та падіння.

Коли поверхня схилу з ухилом більше 1:2 волога, для виконання цих операцій використовуйте запобіжні пояси, драбини тощо.

Рух і зупинка машин та іншого обладнання в районі траншей і котлованів дозволяється тільки за межами призми обвалення ґрунту. При встановленні та переміщенні дорожніх машин, механізмів і транспортних засобів необхідно вживати заходів щодо запобігання їх переміщенню та перекиданню під дією сили тяжіння та зовнішніх навантажень.

Охорона праці при роботі окремих дорожніх машин приведена нижче.

Ґрунтові навантаження всередині автомобіля створюються тільки з боків або ззаду. Кабіна самоскида повинна бути закрита захисною маскою. Без захисної маски водій повинен залишати кабінку під час навантаження. Забороняється одностороннє завантаження або завантаження понад встановлену вантажопідйомність самоскида.

Відстань руху автомобіля заднім ходом до місця навантаження та розвантаження не повинна перевищувати 50 м.

Починаючи рух, водій повинен подати звуковий сигнал. Повністю завантажені машини виїжджають тільки після сигналу водія.

При русі самоскида по ґрунту засипки відстань між колесами машини і кромкою насипу повинна бути не менше 1 м. Під час скидання самоскидом ґрунту засипки відстань між оператором і оператором не повинна бути меншою, ніж 5 метрів від зони просідання ґрунту.

При розвантаженні ґрунту відстань між задніми колесами самоскида і кромкою природного укосу ґрунту має бути не менше 2 м.

Підняті кузови автомобілів необхідно очищати тільки від землі за допомогою скребків і лопат з тонкими ручками. Після встановлення блокуючого пристрою роботи з огляду та технічного обслуговування можна проводити з піднятим кузовом автомобіля. Забороняється використовувати бульдозер для розкриття та переміщення ґрунту, коли схил або підйом бульдозера перевищує встановлений у паспорті кут нахилу чи підйому.

При транспортуванні ґрунту бульдозером під час підйому необхідно стежити за тим, щоб відвал перекидача не врізався в ґрунт, а при відсипанні ґрунту на схил - перекидач бульдозера не виходив за межі ухилу насипу на кромці ґрунту. Забороняється використання бульдозерів для роботи на глинистих ґрунтах у дощові дні.

Після будь-якої зупинки під час роботи відкидний пристрій бульдозера необхідно опустити на землю. Ставайте під трактором або між самоскидом і трактором лише при заглушеному двигуні. При виконанні робіт з обслуговування навісного обладнання бульдозера необхідно використовувати справний домкрат, підйомник або підйомник, який забезпечує належну стійкість.

Скрепери. При будівництві дорожнього покриття скрепером доцільно влаштовувати в'їзд шириною не менше 35 м. Ухил в'їзду не повинен бути більше  $7^\circ$ , а ухил з'їзду - не більше  $27^\circ$ . Не допускається обробіток ґрунту скрепером на схилах або схилах, які більше регламентовані в паспорті даної машини.

Розробку ґрунту можна проводити тільки на прямих ділянках. Наповнення відра водою під час обертання не допускається.

Не використовуйте скребки для вологої глини в дощові дні. Не розвантажуйте скребок, рухаючи його назад або нахилиючи. За допомогою скребка або лопати з подовженою рукояткою видаляйте налиплий ґрунт із ковша лише після повної зупинки трактора. При огляді або ремонті ковша піднятий щиток необхідно підтримувати надійними упорами.

Коли скрепер працює, нікому не дозволяється проходити по педалях, рамі трактора, крилам, рамі скрепера або всередині ковша. Самохідний скрепер із заведеним двигуном не може працювати без водія. При вимушеній зупинці

скрепера необхідно загальмувати і опустити ківш. Скрепер з гідравлічним керуванням, крім з'єднання між трактором і ковшем, повинен мати запобіжний трос, коротший за гідравлічну лінію від трактора до скрепера.

Скрепери з тросовими органами управління повинні мати справний захисний кожух для барабана лебідки та кабельної коробки. Коли лебідка працює, неможливо провести рукою трос, це призведе до перегріву зчеплення та гальмівної стрічки.

Грейдер-Елеватор. При навантаженні ґрунту, утвореного грейдером-підйомником, у транспортний засіб необхідно підняти верхню кромку конвеєрної стрічки на висоту не менше 05 м збоку автомобіля, а в момент під'їзду автомобіля до кабіни, транспортування ґрунту вимкнено машиною. Забороняється експлуатація грейдерного підйомника при несправності звукового сигналу, при несправності очисного механізму транспортерної стрічки та в дощову погоду.

Запобігайте перекиданню автогрейдерів під час роботи та транспортування, встановлюючи конвеєри з мінімальним звисом, пересуваючи задні колеса та зменшуючи швидкість машини. екскаватор. Для розробки ґрунту використовують одноковшеві екскаватори, одноковшові та екскаватори, драглайни та багатоковшеві екскаватори. Відповідальність за дотримання правил охорони праці під час роботи несе машиніст екскаватора, який зобов'язаний контролювати виконання цих правил усіма працівниками, які обслуговують машини і транспортні засоби.

Шлях, яким рухається екскаватор в рамках проекту, повинен бути згладженим і спланованим, а також укріпленим підлогами або захисними покриттями, якщо це необхідно.

Сходи, щаблі та драбини, які використовуються для обслуговування екскаватора, завжди повинні бути сухими, очищеними від масла та в хорошому стані. Під час припинення робіт або ремонту екскаватор необхідно відвести від краю робочої поверхні на відстань не менше 2 м і опустити ківш на землю.

Прибирати залишки землі та інші предмети з ковша можна тільки в

опущеному положенні. Під час експлуатації одноковшового екскаватора категорично забороняється використовувати стрілу для підйому вантажу, змінювати виліт стріли при повному ковші, регулювати гальмо при піднятому ковші, зношувати або замінювати трос. коли екскаватор знаходиться на дні бійні.

Під час роботи екскаватора перед початком обертання розвантаженого ковша необхідно стежити за повним вилученням ковша з ґрунту, що розробляється. При розробці важкого ґрунту ручку не можна висувати, поки вона не вийде з ладу.

При повороті екскаватора на розвантаження ширина піонерної траншеї повинна бути достатньою, щоб її хвостова частина не торкалася бічної стінки робочої поверхні. Під час роботи екскаватора необхідно стежити за правильністю намотування каната на барабан лебідки, не допускати перетину каната на барабані.

Фіксувати мотузку руками під час руху забороняється. При роботі висота драглайна не повинна перевищувати максимальної глибини затягування. Щоб уникнути відкидання ковша при повороті, не можна допускати його значного відхилення від поздовжньої осі стріли, а також необхідно вжити заходів, щоб ківш уникав перешкод, що зустрічаються на його шляху під час процесу наповнення.

Забороняється перетинати перешкоди, різко тягнути відро. Кут нахилу уступу повинен відповідати природному нахилу породи, що розробляється.

Розпушування ґрунту тракторним котком необхідно проводити на першій швидкості трактора, а при русі заднім ходом повертатися у вихідне положення на третій швидкості. Забороняється працювати з розпушувачем на схилах з поперечним ухилом більше  $10^\circ$  і поздовжнім більше  $25^\circ$ .

Засоби ущільнення фундаменту. До них належать: - Пневмокотки (причіпні та самохідні); - Трамбування (трамбовки, встановлені в якості змінного обладнання на тракторах або екскаваторах, дизельних трамбовках); - Вібратори (ролики та віброплити).

Під час ущільнення ґрунту тракторним пневматичним котком забороняється рух трактора в протилежному напрямку. Швидко обертати коток на ущільненому

ґрунті неможливо.

Пневмокоток знімати з трактора тільки після зупинки трактора і розвантаження баласту. Під час процесу ущільнення поверхні відстань між краєм катка та краєм має бути не менше 15 м, щоб запобігти обрушенню схилу та можливому падінню катка. Цю вартість визначає відповідальна особа виходячи з конкретних обставин виробництва твору.

Транспортувати котки з пневматичними шинами з причепа на автомобіль можна тільки після зняття баласту. Під час ущільнення ґрунту трамбовкою, встановленою на тракторі чи екскаваторі, необхідно видалити людей у радіусі 5 м від трамбовки. Машину необхідно відсунути від ущільнення ґрунту. Відстань від колії до краю насипу має бути не менше 1 м.

Під час ущільнення ґрунту машиною з опускаючою плитою нижній кінець подовжувальної штанги не повинен перевищувати лапи трамбуєчої плити.

Слабоскидальна машина може працювати на поздовжніх і поперечних ухилах до  $7^\circ$  і дозволяє скидати плиту в канавки не вище 05 м від рівня стоянки трактора. Під час ущільнення ґрунту рух дизеля не повинен відбуватися вздовж напрямку потоку вихлопних газів.

Забороняється експлуатація дизель-трамбовок з поперечним ухилом більше  $15^\circ$  і поздовжнім більше  $20^\circ$ .

Під час ущільнення ґрунту вібратором забороняється знаходитися ближче 5 м від працюючого вібратора, оскільки вібрація може передаватися через ущільнений ґрунт. Не притискайте вібратор до поверхні ґрунту. Віброущільнення дозволяє переміщати вібратор вручну лише за допомогою гнучкого стрижня. Вібратори повинні бути вимкнені під час переходу працівників з одного місця на інше та під час перерв.

Вібратор не можна вмикати під час ходьби по міцній основі.

Посилити проект. Схили та боки ґрунту зміцнюються травою, науковими бетонними плитами, мульчею та кам'яними куточками в плотових вузлах. При проведенні укріплювальних робіт на схилах біля водойми керівництво зобов'язане забезпечити працівників рятувальними засобами – колесами,

канатами, канатами, жердинами та човнами.

Під час проведення зимових робіт, крім вищезазначених, необхідні також дерев'яні підлоги, рятувальні драбини та дошки. Під час проведення робіт з укріплення стан схилу буде постійно контролюватися. Якщо виявлено зсув схилу, деформація або ерозія, слід негайно вжити заходів для ремонту та подальшої стабілізації схилу. Каміні повинні розміщуватися в блоку плота тільки знизу вгору. При укладанні бруківки не допускаються зазори. Для спуску з поручнів на робоче місце працівники використовують драбини або сходи на схилах.

#### **4.2. Охорона праці при будівництві основ**

Конструкція дорожнього захисного одягу складається зі складних технічних процесів, до яких відносяться - зведення основи та покриття. Основна конструкція складається з гравію, щебеню, бетону та ґрунту, обробленого органічними та неорганічними в'язучими матеріалами.

Влаштування дорожнього захисного шару з цементобетонної суміші включає укладання нижнього шару, створення дорожнього захисного шару та подальший догляд за бетонним покриттям. Працівники, які обслуговують цементовози, цементороздавачі, самоскиди, що використовуються для транспортування або розповсюдження вапна, цементу, видалення золи, та водії ґрунтозмішувачів, машин, що розподіляють та змішують неорганічні дрібнодисперсні матеріали з ґрунтом, засоби індивідуального захисту (респіратор, рукавички), окуляри).

При застосуванні асфальтового в'язучого для стабілізації ґрунту працівники повинні використовувати рукавички, спецодяг, респіратори та захисні окуляри.

При роботі з асфальтом або гудроном необхідно замінити респіратор на фільтруючий протигаз.

При зміцненні ґрунту синтетичною смолою необхідно виключити можливість потрапляння синтетичної смоли на шкіру працівників і звести до мінімуму час перебування працівників у середовищі, що містить токсичні речовини, розчинники та пари затверджувачів.

Для захисту здоров'я працівників при роботі з синтетичними смолами слід

використовувати засоби індивідуального захисту.

Під час розливання смоли працівники повинні бути вдягнуті гумові чоботи, рукавички, захисні окуляри, фартухи, протигази, перебувати з підвітряного боку місця проведення робіт.

Для змивання токсичних розчинників або затверджувачів, які випадково потрапили на шкіру працівників, на робочому місці повинні бути доступні розчинники - спирт-сирець і ацетон, вата і м'яке мило.

На робочому місці також повинні бути запасні захисні окуляри та респіратори. При використанні фурфурол-анілінової смоли машина для виробництва смоли не повинна працювати безперервно більше 4 годин у холодну та м'яку погоду. Тривалість безперервної роботи в жарку погоду ( $t > 25$  °C) не повинна перевищувати 2 ч. При комфортній спекотній погоді обробка ґрунту фурфуроланіліновою смолою не потрібна.

Якщо на робочому місці як затверджувач карбамідної смоли використовується соляна кислота або інші кислоти, то крім вищевказаних захисних заходів слід приготувати 10% розчин бікарбонату натрію (питної соди) для нейтралізації кислоти, що потрапляє в очі. Фурфурол, анілін і карбамідні смоли повинні зберігатися в герметичній металевій тарі.

Ємності, що містять анілін і фурфурол, повинні бути герметичні. Зберігати сірчану кислоту слід у спеціальній скляній тарі. Усі ємності, що містять отруйні та легкозаймисті матеріали, повинні мати відповідний напис та пофарбовані незмивною фарбою «отруйні», «легкозаймисті» та зберігатися в огороженій охоронюваній зоні.

Під час роботи ґрунтозмішувач не повинен знаходитися ближче 15 м позаду машини, щоб уникнути потрапляння під потік матеріалів.

Заправляючи машину асфальтовим матеріалом, не наближайтеся до отвору для впорскування гарячого асфальтового матеріалу, щоб уникнути вдихання парів токсичних речовин.

Під час роботи ґрунтозмішувача можливе засмічення форсунки

асфальтоукладача. При чищенні форсунок необхідно стояти збоку від робочого органу і виконувати цю роботу тільки при вимкненій подачі асфальту в розподільник. Якщо необхідно замінити лопаті ротора змішувача, змішувальну камеру слід попередньо встановити на тверду підкладку, щоб вони не рухалися при заміні лопатей і не завдавали шкоди працівникам.

Експлуатація пересувного змішувача допускається із закритою кришкою змішувача та асфальторозподільником огорожувального типу, які під час роботи не знімаються.

Подача матеріалу катків, покладених на дорогу, здійснюється безперервним навантажувачем, тому перебувати в огороженій зоні живильника та робочого механізму неможливо.

Ремонт ковша навантажувача необхідно проводити при вимкненому двигуні. Машини для самостійного асфальтування заповнюються рідким в'язучим на асфальтобетонних заводах або базах за допомогою асфальтобетонних насосів, що працюють на малих або середніх швидкостях. Не вводьте гарячий клей у резервуари для води, такі як резервуари зі смолою, якщо присутній розчинник або вода.

В'язуче речовина в автоматичному смолотарі нагрівається пальником, а запалювання необхідно проводити за допомогою пальника з ручкою, довжина пальника не менше 15м. Використання бензину як палива заборонено. пальник.

Перед початком дозування бітуму, бітумної емульсії або гудрону автоматичним бітумним дозатором необхідно перевірити наявність і наявність вогнегасників, звукових сигналів та електроосвітлення.

Резервуар автоматичного смологенератора можна заповнювати через фільтр тільки при низькій і середній швидкості насоса, якщо в ньому немає розчинника або води. Немає способу розбавити слиз в баку Autotar.

Категорично забороняється виконувати затягувальні роботи під резервуарами, що містять в'язкі речовини. Перед тим, як залишити місце наповнення клеєм, необхідно переконатися в надійності ручного дозатора клею та розподільної трубки.

При заповненні резервуару для самонарізного засобу не допускайте переливання самонарізного засобу та дозволяйте клею витікати через переливну трубу. Під час перекачування високотемпературних в'язких рідин необхідно надягати рукавички, щоб від'єднати шланг подачі повітря, щоб уникнути опіків.

Якщо необхідно використовувати насадку для розігріву клею в ємності для саморізів, необхідно стежити, щоб висота клею була на 20 см вище поверхні теплопроводу.

Забороняється запалювати форсунку при наявності відкритих теплових трубок, коли паливо розбавлене і всередині резервуару гудрону немає вільного об'єму, тобто коли бак повністю заповнений і вільний від газу. Вільний простір для розширення клейового матеріалу при нагріванні. Не доливайте бензин в бак інжектора.

Необхідно використовувати тип палива, рекомендований в інструкції з експлуатації смологенератора. Під час запалювання станьте з одного боку від сопла, щоб не обпектися під час спалаху полум'я.

При заливці клею з дьогтьової машини неможливо підійти до розподільної труби на ближче 10 м. Після заливки клею потрібно встановити розподільний клапан для циркуляції, а потім роздаткову трубу потрібно лише підняти. трубопровід.

Під час роботи відкритого змішувального пункту з ґрунтом зі зв'язуючими матеріалами безпека праці забезпечується такими заходами: Під час роботи відкритого змішувального пункту категорично забороняється знаходитися ближче 3 м до завантаженої конвеєрної стрічки; під час роботи забороняється перебувати під конвеєром; кут нахилу конвеєра повинен бути виключити можливість скочування каміння по конвеєру; відкривати змішувач можна лише при закритій кришці камери змішувача; коли змішувальний вузол припиняє роботу, змішаний матеріал необхідно вивантажити з міксера до вимкнення приводу, необхідно регулярно перевіряти герметичність резервуарів, трубних з'єднань, шлангів і втулок, а також герметичність люків і засувок. На початку зміни при вимкненому двигуні слід перевірити з'єднання з лопатями ротора

змішувача.

Змішування і розчинення інгредієнтів для зміцнення ґрунту необхідно проводити в розчинних агрегатах з механізованим завантаженням і вивантаженням сипучих і рідких інгредієнтів.

При змішуванні ґрунту з в'язучим у ґрунтозмішувачі або фрезі корпус ротора повинен бути закритий. Щоб зменшити або запобігти вибілюванню в місцях встановлення шлангових з'єднань, накрийте їх брезентом. Машини, які використовуються для розмішування доріг і ущільнення ґрунту, повинні мати закриту кабіну.

Під час використання цементовозів для роздачі сипучих матеріалів (цементу або вапна) працівники повинні стояти з навітряного боку на відстані не менше 10 м від роздавальної машини. Заправляти цементовоз можна лише через верхній люк при зупиненій машині та вимкненому автоцистерні.

Бункер цементорозподільника повинен бути встановлений на підставці і закріплений факсимільним апаратом або опущений на землю при від'єднанні від трактора або для обслуговування.

При розбиранні і складанні кар'єрного пристрою Д-709 вузли повинні бути запущені в спеціально відведеному місці, а при підйомі, змотуванні і установці вузлів використовувати еластичні канати.

На розкидачах дорожньо-будівельних матеріалів категорично забороняється: закручувати болти при включеному вібраторі; утримувати вібратор у підвішеному положенні, тобто коли вібратор не спирається всією поверхнею на ущільнений матеріал; працювати з генератором; проводити регулювання або ремонт. робота на лініях і всій мережі під час роботи; робота без огорож і настилів на розподільниках;

Передню пластину дозувального бункера можна опускати та піднімати без підйомного механізму. Після того, як розподільний блок і компоненти надійно закріплені на опорній рамі, їх можна розбирати, ремонтувати та збирати. Пересувні цементні склади можна використовувати при мінусовій температурі до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Завантаження складу здійснюється через верхній люк, який необхідно відкривати тільки при відсутності тиску всередині тари. Не від'єднуйте труби та шланги під тиском. Якщо вакуумметр несправний, він не почне працювати. Вакуумметр визначає розряд в системі.

Вакуумметр необхідно перевіряти та пломбувати після кожного технічного обслуговування обладнання. При нормальному функціонуванні обладнання і ремонті його не проводилося, необхідно один раз на рік проводити контрольний огляд обладнання.

У процесі розсипання штабелеукладачем або розкидальною машиною вантажівці або самоскиду, що перевозять гравій, дозволяється рухатися в зустрічному напрямку для завантаження бункера розкидальної машини тільки за сигналом машиніста або бригадира.

Під час роботи розливного автомата персоналу категорично забороняється заходити в бункер розливного автомата і очищати його. Під час роботи розкидальної машини забороняється регулювати товщину шару полотна, віброплиту бетоноукладальника, виправляти чи замінювати стрічку вібратора. При розсипанні гравію на насипі дистанція руху машини для розкидання повинна бути не менше 1 м від краю землі.

Якщо на одній ділянці дороги рухаються один за одним декілька транспортних засобів, відстань між ними не повинна бути менше 5 м.

Дорожньо-будівельна техніка, яка працює на земляних насипах, повинна бути не ближче 1 м до краю насипу. У місцях укладання дорожньо-будівельних матеріалів рух транспортних засобів дозволяється лише за сигналом із приймача матеріалів. Водії транспортних засобів під час роботи повинні залишатися на робочому місці і не можуть залишати його до повної зупинки двигуна і переключення на нейтраль.

Машиністи повинні стежити за безпекою працівників, а також за станом робочих механізмів та інших частин. Очищення робочих механізмів машини можна проводити тільки при заглушеному двигуні.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проведений аналіз наукової літератури та нормативних документів підводить до висновку, що застосування технології «холодний ресайклінг» є досить широко застосовується в дорожньому будівництві в Україні та світі.

Також в роботі розглянуто питання капітального ремонту ділянки автомобільної дороги О-210823 Старий Салтів – Приколотне км 0+000 – км 24+600. Запроектовано план, поздовжній профіль та поперечні профілі, що відповідають IV технічній категорії автомобільної дороги. Дорожній одяг передбачено влаштовувати з двох шарів асфальтобетону, що відповідає конструкції для автомобільних доріг IV категорії.

Розглянуто чотири варіанти конструкції дорожнього одягу при капітальному ремонті ділянки автомобільної дороги О-210823 Старий Салтів – Приколотне км 0+000 – км 24+600 IV категорії автомобільної дороги та виконано техніко-економічне порівняння цих варіантів. Перший варіант передбачає застосування в основі щебенево-піщаної суміші, щебенево-піщаної суміші С5 укріпленої цементом марки М-20 як верхній шар основи, крупнозернистий асфальтобетон, як основу покриття, шар покриття передбачений з дрібнозернистого асфальтобетону на основі полімермодифікованого бітуму. Відмінністю другого варіанту від першого є застосування як верхній шар основи – суміші, приготованої за технологією «холодний ресайклінг» та укріпленої цементом марки М20. Третій варіант передбачає влаштування як верхній шар основи матеріалу, виготовленого за технологією «холодний ресайклінг», але укріпленою комплексним в'язучим (цемент та бітум). В четвертому варіанті у верхньому шарі основи передбачено влаштування також суміші, приготованої за технологією «холодний ресайклінг», але з додаванням щебенево-піщаної суміші в пропорції 50:50 та укріпленої комплексним в'язучим. Четвертий варіант застосовується у тих випадках, коли фрезованого асфальтобетонного матеріалу на існуючій дорозі недостатньо для влаштування шару основи з матеріалу, що приготована за технологією «холодний ресайклінг».

Згідно проведених розрахунків найкращого значення модуля пружності має

варіант 4, в шарах основи якого застосовується матеріал, приготований за технологією «холодний ресайклінг», але з додаванням щебенево-піщаної суміші в пропорції 50:50 та укріпленої комплексним в'язучим. Цей варіант має найбільший запас міцності конструкції в порівнянні з іншими конструкціями. При аналізі встановлено, що всі варіанти мають різницю не більше 5%, що дозволяє вважати їх рівноцінними варіантами.

Проведене порівняння варіантів з урахуванням основних матеріальних витрат кожного варіанту дорожнього одягу на основі ціни дорожньо-будівельних матеріалів показує, що найдешевшим варіантом влаштування дорожнього одягу є варіант 2. Але, оскільки різниця між значеннями ціни варіантів 2-4 знаходиться в межах 5%, це дозволяє вважати їх рівноцінними варіантами.

Варто зазначити, що «холодний ресайклінг» в основі технології використовується фрезований дорожній асфальтобетон. Ризиком використання такого виду матеріалу є недостатня кількість фрезованого матеріалу. В такому випадку до нього додається щебенево-піщана суміш, що підвищує вартість улаштування шару основи. Також є випадки, коли фрезований матеріал не придатний для приготування СХР, тому при конструюванні дорожнього одягу важливі натурні та геологічні дослідження існуючої автомобільної дороги.

В даному проекті застосування технології «холодний ресайклінг» є недоцільним через аварійний стан дорожнього покриття та дуже малу товщину існуючого шару покриття, що не дозволяє приготувати суміш у співвідношенні 50:50.

Також в магістерській роботі розглянуто питання охорони праці при капітальному ремонті автомобільної дороги і штучних споруд та дії працівників при надзвичайних та аварійних ситуаціях.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зелена книга. Будівництво та ремонт автомобільних доріг / В. Притоманов, З. Мельник, А. Шляхетко. // Офіс ефективного регулювання BRDO. – К., 2020. – 120 с. <https://regulation.gov.ua/book/138-zelena-kniga-budivnictvo-i-remont-avtomobilnih-dorig>.
2. Технічний стан автомобільних доріг загального використання URL: <https://mtu.gov.ua/content/tehnichniy-stand-avtomobilnih-dorigavtomobilnih-dorig-zagalnogo-vikoristannya.html>.
3. Головка С. К. Дослідження способів повторного використання дорожньо-будівельних матеріалів при ремонті дорожніх одягів капітального типу. Дороги і мости. 2021. Вип. 24. С. 60–71.
4. Шимчук О. П. Застосування технології холодного ресайклінгу для ремонту асфальтобетонних дорожніх покриттів / О. П. Шимчук, О. В. Андрійчук, Л. О. Талах // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. - 2018. - Вип. 9. - С. 174-181. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stmrb\\_2018\\_9\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stmrb_2018_9_25).
5. Арінушкіна Н.С., Грищенко Т.М. Аналіз сучасних способів регенерації дорожніх покриттів. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2022. Том 33 (72) № 6. С. 270-275. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.6/44>
6. Гончаренко В.В., Ларін Д.А., Єрмейчук А.Д. Застосування полімерних добавок в технології холодного ресайклінгу. Дороги і мости. Київ, 2016. Вип. 16. С. 13-20
7. Дубик О.М. Моделювання напружено-деформованого стану нежорстких дорожніх одягів, відновлених за технологією холодного ресайклінгу: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.22.11 / Дубик Олександр Миколайович. – Київ, 2017. – 220 с.
8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. Галузеві будівельні норми України. Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. ГБН В.2.3-37641918-559:2019. [Текст]. – 2019. – 62 с

12. Національний стандарт України. Настанова з улаштування шарів дорожнього одягу за технологією холодного ресайклінгу. ДСТУ 8978:2020. [Текст]. – 2020. – 17 с

13. Безуглий А. О. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструкцій дорожнього одягу / А. О. Безуглий, С. І. Ілляш, О. Ю. Тимощук. // Дороги і мости. – 2015. – №15. – С. 27–34.

14. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Текст] ДБН В.1.1-7-2002 // Наказ від 31.10.2016 № 287 Про затвердження ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.

15. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників [Текст] НПАОП 0.00-7.11-12 // Наказ від 25.01.2012 № 67 "Про затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників"

16. ЗАКОН УКРАЇНИ Про охорону праці №2694-ХІІ від 14.10.92 [Текст] //Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669

17. Організація будівельного виробництва [Текст] ДБН А.3.1-5:2016 // Наказ від 05.05.2016 № 115 Про затвердження ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва

18. Правила охраны труда на автомобильном транспорте. [Текст] НПАОП 0.00-1.62-12 // Приказ от 09.07.2012 № 964 "Об утверждении Правил охраны труда на автомобильном транспорте"

19. Правила техники безопасности при эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест [Текст] НПАОП 41.0-1.01-79 // Приказ от 04.10.1977 № 407

20. Система стандартів безпеки праці. Ремонт міських доріг і тротуарів. Вимоги безпеки. [Текст] ДСТУ Б А.3.2-8:2009 // Наказ від 04.12.2009 № 562

21. Захист територій, будинків і споруд від шуму [Текст] ДБН В.1.1-31:2013 // Наказ від 27.12.2013 № 630 Про затвердження ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму

22. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [Текст] ДБН А.3.2-2-2009 // Наказ від 27.01.2009 № 45 Про затвердження державних будівельних норм

**ДОДАТОК А**  
**Розрахунки конструкцій дорожнього одягу**

