МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА ТА ДИЗАЙНУ

Кафедра комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

_________ Лапенко О.І.

“ 18 ” листопада 2022 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ

“МАГІСТР”

Тема: «Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі в Київській області з обґрунтуванням конструкції дорожнього одягу»

Виконавець: Євтушок Ярослав Володимирович

Керівник: Черишова Оксана Сергіївна

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

1. Черишова О.С.
2. Черишова О.С.
3. Черишова О.С.
4. Черишова О.С.
5. Черишова О.С.
6. Черишова О.С.
7. Шумак И.М.
8. Шумак И.М.

Нормоконтролер: Родченко Олександр Васильович

Київ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма: «Автомобільні дороги і аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О.І. Лапенко
«12» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання дипломної роботи

ЄВТУШКА ЯРОСЛАВА ВОЛОДИМИРОВИЧА
(П.І.Б. випускника)

1. Тема роботи *«Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги Бородянка – Пилиповичі в Київській області з обґрунтуванням конструкції дорожнього одягу»*
затверджена наказом ректора від « *20* » *вересня* 2022р. № *1583/ст*

2. Термін виконання роботи: з *29.08.2022р.* по *30.11.2022р.*

3. Вихідні дані роботи: *зібрані та опрацьовані під час проходження переддипломної практики дані про ділянку дороги Бородянка – Пилиповичі траси Е373, інтенсивність руху, склад транспортного потоку, тип та стан покриття, наявність штучних споруд, їх тип та стан.*

4. Зміст пояснювальної записки:
1. Характеристики району проєктування. 2. Нормативні вимоги до проєктування капітального ремонту автомобільної дороги. 3. План траси, поздовжній та поперечні профілі. 4. Обґрунтування конструкції дорожнього одягу. 5. Технологія укладання покриття. 6. Система водовідведення. 7. Охорона праці при виконанні капітального ремонту ділянки дороги. 8. Охорона навколишнього середовища під час виконання капітального ремонту ділянки дороги.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.
1. Загальні характеристики. 2. Наукова частина (2 аркуші). 3. План траси. 4. Поздовжній профіль ділянки дороги. 5. Поперечні профілі. 6. Обґрунтування конструкції дорожнього одягу (2 арк.). 7. Технологічні схеми на улаштування асфальтобетонного покриття. 8. Влаштування системи водовідведення

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Характеристики району проєктування	29.08.2022 – 04.09.2022	
2.	Нормативні вимоги до проєктування капітального ремонту автомобільної дороги	05.09.2022 – 11.09.2022	
3.	План траси, поздовжній та поперечний профілі	12.09.2022 – 25.09.2022	
4.	Обґрунтування конструкції дорожнього одягу	26.09.2022 – 9.10.2022	
5.	Технологія укладання покриття	10.10.2022 – 16.10.2022	
6.	Система водовідведення	17.10.2022 – 23.10.2022	
7.	Охорона праці при виконанні капітального ремонту ділянки дороги	24.10.2022 – 30.10.2022	
8.	Охорона навколишнього середовища під час виконання капітального ремонту ділянки дороги	31.10.2022 – 06.11.2022	
9.	Вступ, реферат, висновки	07.11.2022 – 13.11.2022	

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	доц. Чернишова О.С.	20.09.2022	13.11.22
7	доц. Радомська М.М.		
8	доц. Федина В.П.		

8. Дата видачі завдання: «_20_» ___вересня___ 2022 р.

Керівник дипломної роботи: _____ *Чернишова О.С.*
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____ *Євтушок Я.В.*
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з 97 сторінок пояснювальної записки, 26 рисунків, 10 таблиць, 19 джерел.

Ключові слова: автомобільна дорога, дорожній одяг, план траси, поздовжній профіль, геосинтетичні матеріали, геотекстиль, капітальний ремонт

Об'єкт дослідження: ділянка автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі.

Предмет дослідження: капітальний ремонт ділянки дороги промислової Бородянка-Пилиповичі із застосуванням геотекстилю.

Мета дипломної роботи: розробити проект на капітальний ремонт ділянки дороги Бородянка-Пилиповичі, а також дослідити механічні властивості геотекстилю.

Задачі дипломної роботи:

- дослідити механічні характеристики геотекстилю при виконанні капітального ремонту ділянки автомобільної дороги;
- оцінити поведінку асфальтового бетону в напруженому стані;
- розробити план, поздовжній та поперечні профілі для здійснення капітального ремонту автомобільної дороги;
- розробити технологічні схеми для виконання капітального ремонту дороги;
- визначити кошторисну вартість виконання робіт по капітальному ремонті автомобільної дороги;
- розробити заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища.

Методи дослідження: методи комп'ютерного моделювання, метод дедукції, індуктивний метод, методи аналізу та синтезу.

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП ……..... 4

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ…….. 6

1.1 Коротка характеристика існуючої автомобільної дороги….. 6

1.2 Клімат……... 6

РОЗДІЛ 2 НАУКОВА ЧАСТИНА. НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ……. 8

2.1 Загальні відомості……... 8

2.2 Стабілізація ґрунту за допомогою армування основи насипу георешітками……... 10

2.3 Армування асфальтобетонного покриття……. 14

2.4 Висновки…….. 32

РОЗДІЛ 3 ПЛАН ТРАСИ, ПОЗДОВЖНІЙ ТА ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ. 33

3.1 Існуючі умови при будівництві автомобільної дороги…….. 33

3.2 Визначення категорії дороги……. 34

3.3 Проєктування траси в плані…….. 35

3.4 Нанесення на профілі проєктної лінії……... 38

3.5 Підрахунок обсягів земляних робіт……..... 39

РОЗДІЛ 4 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ……. 44

4.1 Загальні відомості……... 44

4.2 Вихідні дані……. 45

4.3 Розрахунок дорожнього одягу……. 46

4.3.1 Вихідні дані…… 46

4.3.2 Конструювання та розрахунок дорожнього одягу……. 46

4.3.2.1Розрахунок за допустимим пружним прогином……. 49

4.3.2.2 Розрахунок за зсувом у підстильному ґрунті…… 52

4.4 Розрахунок дорожнього одягу на морозостійкість…… 54
4.5 Інші типи дорожнього одягу…….. 55
РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ…… 56
5.1 Перелік робіт при виконанні капітального ремонту автомобільної дороги «Бородянка-Пилиповичі»……. 61
РОЗДІЛ 6 СИСТЕМА ВОДОВІДВЕДЕННЯ…….. 63
6.1 Загальні положення по проектуванню системи водовідведення ділянки автомобільної дороги «Бородянка-Пилиповичі……..... 63
6.2 Проєктування водопропускної труби…… 63
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ…….. 69
7.1 Небезпечні та шкідливі чинники при будівництві автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі…… 69
7.2 Технічні та організаційні заходи та засоби для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів……. 71
7.3 Забезпечення пожежної та вибухової безпеки під часкапітального ремонту ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі…….. 76
РОЗДІЛ 8 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА…… 81
8.1 Загальна характеристика автомобільної дороги і господарської діяльності в зоні її впливу…….. 81
8.2 Оцінка впливу дороги на навколишнє середовище…… 85
8.3 Заходи щодо забезпечення екологічної безпеки……. 88
ВИСНОВКИ…… 95
ЛІТЕРАТУРА……. 96

ВСТУП

Актуальність теми

Актуальність теми полягає в проектуванні автомобільних доріг зі збільшенням довговічності та економічності дорожнього покриття автомобільної дороги. З економічної точки зору більш вигідно збудувати дорогу, початкова вартість якої буде більшою ніж у звичайної дороги, але завдяки вищій надійності геотекстильних матеріалів, які будуть використовуватися при будівництві, окупність такої дороги буде значно вищою, ніж у дороги побудованої традиційними методами. Утримання такої дороги буде значно менш витратним.

Мета дослідження

Мета роботи – дослідити економічність та довговічність експлуатації автомобільної дороги з використанням геотекстильних матеріалів.

Об'єктом дослідження є геотекстильні матеріали двохвісна решітка Tensar SS 30 та одновісна Tensar RE 120.

Предметом дослідження є аналіз проектних рішень ділянки траси Бородянка-Пилиповичі (Київська обл. з обґрунтуванням конструкції дорожнього одягу).

Практичне використання

Повна реконструкція, як правило, розглядається в останню чергу. Через нестачу фінансування ремонтам підлягають лише окремі ділянки автомагістралей. Влаштування нового асфальтобетонного покриття є лише тимчасовою мірою, так як тріщини досить швидко виходять на поверхню. В таких випадках при проектуванні слід враховувати сучасні будівельні матеріали, що добре зарекомендували себе на практиці. На сьогодні геотекстиль все більш використовується в будівництві автодоріг. Це дозволяє економити на звичайному матеріалі. Влаштування прошарків із синтетичних матеріалів дозволяє зменшити витрати традиційних дорожньо-будівельних матеріалів, об'єми земляних робіт, матеріаломісткість дорожньої конструкції, енерговитрати на будівельних і ре-

монтних роботах, скоротити терміни будівництва, підвищити експлуатаційну надійність і збільшити термін служби дорожньої конструкції.

Виконані на сьогоднішній день теоретичні та експериментальні дослідження створюють можливість вибору геотекстильних матеріалів для окремих галузей застосування (наприклад, при будівництві автомобільних доріг в умовах слабких основ) і у відношенні окремих показників водно-фізичних властивостей. Створення решіток різного призначення в дорожніх конструкціях діючі документи нормативного та методичного характеру декларують доцільність прийняття того чи іншого рішення.

Ціна питання обґрунтованого вибору геотекстильного матеріалу є дуже великою: з однієї сторони цим визначається технічна ефективність рішення, надійність та довговічність дорожньої конструкції, з іншої сторони – економічна ефективність, оскільки при різноманітності в показниках механічних властивостей вартість геосинтетичних матеріалів може відрізнятися на порядок. В зв’язку з цим питання обґрунтування і вибору параметрів властивостей геотекстильних матеріалів при їх застосуванні в дорожніх конструкціях в залежності від вирішуваних задач є актуальним.

Дипломна робота присвячена розробці системи обґрунтування і вибору параметрів механічних властивостей геотекстильних матеріалів при їх застосуванні в дорожніх конструкціях на прикладі ділянки автомобільної дороги «Бородянка-Пилиповичі».

РОЗДІЛ 1
ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Коротка характеристика існуючої дороги

Ділянка дороги в плані має:

- кутів повороту – 9;
- мінімальний радіус заокруглення становить 100 м.

Існуючий дорожній одяг капітального типу має: покриття із асфальтобетону товщиною 6 см на основі із щебеню товщиною 23 см з просоченням на 6 см та нижньому шарі основи із жорстви товщиною 15 см.

Довжина проектної ділянки складає 5,400 км.

Основні техніко – економічні показники плану траси:

- загальна довжина –5,400 км;
- кількість кутів – 2;
- мінімальний радіус заокруглення –1000 м,

Всі параметри дороги в плані відповідають вимогам ДБН В.2.3.4 – 2015 «Автомобільні дороги» [4].

1.2 Клімат

За погодно-кліматичними факторами, грунтово-гідрогеологічними умовами зволоження ділянка автомобільної дороги, що проектується, знаходиться в межах центральної дорожньо-кліматичної зони.

Клімат району помірно-континентальний. Зима нехолодна, з частими відлигами. Середня температура січня –5,8^{0}С, абсолютний мінімум – -37^{0}С. Літо тепле. Середня температура липня +20^{0}С, абсолютний максимум +38^{0}С. Тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря меншою або рівною 0^{0}С складає 106 діб. Середньорічна температура повітря становить +7,2^{0}С.

Середньорічна кількість опадів 590 мм, з яких 507 мм рідкі та змішані. Максимум опадів припадає на червень – липень. Сніговий покрив лежить на протязі 85 днів. Середня висота снігового покриву складає 20 см, максимальна

– 35 см. Глибина сезонного промерзання грунтів становить 0,9 м максимальна - 1,25 м.

Домінуючий напрямок вітру – північно-західний і західний. Середня швидкість вітру в січні становить 5,8 м/с, в липні 3,8 м/с. Кількість днів у рік з ожеледицею – 10, з туманами – 60, хуртовиною -10, поземком – 5, градом – 6, грозою – 25.

РОЗДІЛ 2
НАУКОВА ЧАСТИНА. НОРМАТИВНІ ВИМОГИ

2.1 Загальні відомості

Збільшення інтенсивності руху, підвищення осьових навантажень та скорочення бюджету на планові ремонти разом представляють доволі трудоємну задачу для проектування економічно-ефективних конструкцій автомагістралей.

Більша частина існуючих доріг не пристосована до сьогоднішньої інтенсивності руху, котра перевищує проектні навантаження на асфальтобетонні покриття.

Повна реконструкція, як правило, розглядається в останню чергу. Із-за нестачі фінансування ремонтам підлягають лише окремі ділянки автомагістралей. Влаштування нового асфальтобетонного покриття є лише тимчасовою мірою, так як тріщини досить швидко виходять на поверхню. В таких випадках при проектуванні слід враховувати сучасні будівельні матеріали, що добре зарекомендували себе на практиці. І перш за все це стосується земляного полотна, оскільки воно є основою автомобільної дороги [1].

Одними із таких матеріалів являються георешітки та геотекстиль, або синтетичний матеріал (СМ).

СМ – це матеріали, які виготовляють з різних типів полімерів і використовують у різних галузях будівництва та комунальному господарстві у конструкціях до складу яких входять грунти у різному стані або вторинні матеріали будь-яких виробництв.

У дорожньому будівництві СМ використовують для підвищення стійкості і довговічності дорожньої конструкції. У процесі нового будівництва і під час реконструкції і капітальних ремонтів із застосуванням СМ, влаштовують армуючи, дренуючі та захисні прошарки.

Влаштування прошарків із синтетичних матеріалів дозволяє зменшити

витрати традиційних дорожньо-будівельних матеріалів, об’єми земляних робіт, матеріаломісткість дорожньої конструкції, енерговитрати на будівельних і ремонтних роботах, скоротити строки будівництва, підвищити експлуатаційну надійність і збільшити термін служби дорожньої конструкції. Це досягається за рахунок виконання СМ таких функцій, як: армування, фільтрація, дренаж, бар’єр для вологи. Завдяки виконанню цих функцій СМ забезпечують:

- посилення дорожньої конструкції завдяки перерозподілу напружень, що виникають у ній під дією навантажень від транспортних засобів і власної ваги;

- прискорення відведення води або зменшення її надходження в дорожню конструкцію;

- запобігання змішуванню матеріалів контактуючих шарів;

- запобігання або уповільнення процесу ерозії грунтів [12-19].

В даному проекті запроектовано армування основи насипу георешітками Tensar SS 30 та Tensar RE 120, оскільки автомобільна дорога проходить на слабких грунтах. Їх влаштовують в основі насипу, як армуючий матеріал для збільшення несучої здатності слабких грунтів. Впровадження конструктивних та технологічних рішень, що передбачають використання георешіток, забезпечує зниження матеріалоємності і вартості конструкції, підвищення якості і довговічності [12-19].

2.2 Стабілізація грунту за допомогою армування основи насипу георешітками

Досить часто доводиться будувати автодороги на слабких грунтах. Зокрема в даному проекті на ділянці дороги Бородянка-Пилиповичі в геологічній будові основи насипу грунти представлені суглинками з домішками органічних речовин від твердої до текучопластичної консистенції, з залишками рослин та прошарками слабозаторфованого грунту та подібними типами грунтів.

У відповідності з геологічними даними необхідно виконати виторфовування глибиною від 4,70м до 5,90м. Але цей процес потребує доволі багато коштів та часу. Щоб цього запобігти в основу вкладається два види георешіток: двохвісної решітки Tensar SS 30 та одновісної Tensar RE 120.

Прошарок з геосинтетичного матеріалу виконує армуючи функцію, по-перше, за рахунок власної міцності при розтягу, що перешкоджає зсуву окремих частин ґрунтового масиву відносно інших; по-друге, прошарок викликає перерозподіл напружень між частинами масиву, забезпечуючи передачу напружень з перенавантажених зон на сусідні мало навантажені ділянки, залучаючи їх до роботи.

Прошарки в основі насипу підвищують їх стійкість за рахунок збільшення жорсткості нижньої частини і відповідного зниження напружень в основі. Армуючу функцію виконувють прошарки, що прокладаються в тілі насипу, на всю її ширину в прилягаючій зоні до можливої поверхні ковзання з обох сторін.

Використання прошарку в основі насипу земляного полотна і шарів дорожнього одягу дозволяє знизити об’єми земляних робіт, ширше використовувати місцеві грунти та збільшити довговічність конструкції вцілому.

Існує три варіанти влаштування синтетичного матеріалу (див. рис. 2.1): в нижній частині піщаної основи, в ґрунтовій основі та поверху піщаного шару. В даному проекті використовується другий тип укладання синтетичного матеріалу.

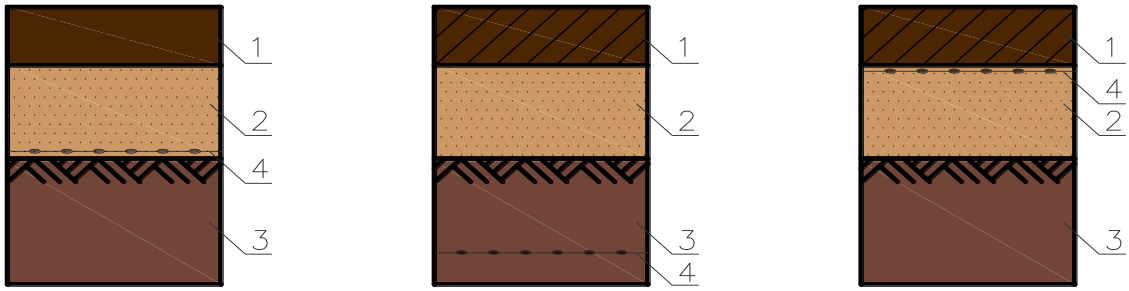


Рис. 2.1 Можливі рівні укладання синтетичного матеріалу:
1 – верхній шар дорожнього одягу, 2 – пісчаний шар, 3 – грунт земляного полотна,

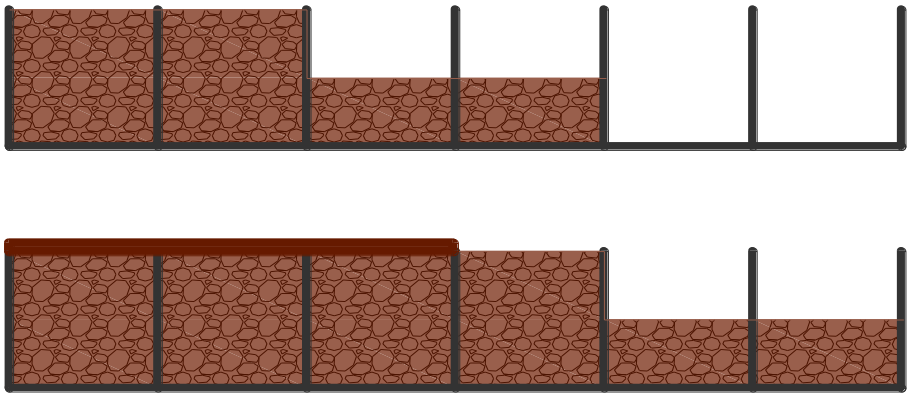


Рис. 2.2 Технологія заповнення вічок геоматрацу

Двохвісна решітка заповнюється гран відсівом, а вічка геоматрацу – щебенем фракцій 40-70мм,по верху вкладається технологічний шар із щебеню фр. 20-40мм, товщиною 0,15м. Геоматрац заповнюється поступово: спершу вічка заповнюють на половину, і лише потім повністю. Тип 4 земляного полотна використовується при висоті насипу до 6 метрів, а тип 5 – при висоті більше 6 метрів (рис. 2.2).

Вічка геоматрацу працюють як жорстка плита, котра дозволяє створювати первинну робочу платформу для будівельної техніки і слугує міцною основою для спорудження майбутнього насипу. Крім того вічка перетинають потенційну площу руйнування, і їх висока жорсткість переводить криву ковзання в більш глибокі і міцні шари основи. Зерниста основа мобілізує максимальну стійкість проти зсуву підстилаю чого слабкого шару і значно підвищує його стабільність.

Також майже повністю виключається можливість нерівномірних осадок та бокових зміщень конструкції [12].

Принцип роботи георешіток Tensar полягає в укріпленні не зв'язаних між собою шарів дорожнього одягу. Коли інертний матеріал ущільнюється над георешіткою, його частинки проникають крізь отвори решітки і фіксуються, створюючи ефект "механічної стабілізації"(див. рис.2.3). Маючи високу жорсткість, георешітки дозволяють витримувати високі навантаження при дуже низьких деформаціях. Незалежні дослідження підтвердили, що саме геометрія отворів, ребер та вузлів георешіток Tensar забезпечує їх найкращі характеристики.

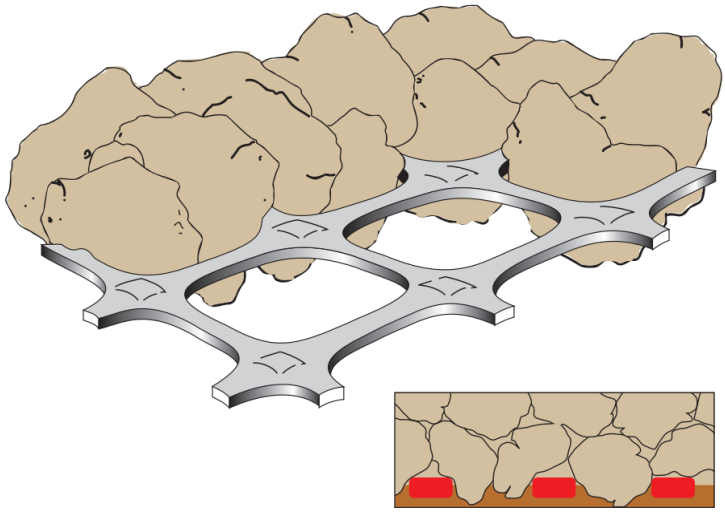


Рис. 2.3 Ефект механічної стабілізації грунта

Графічне зображення геосинтетичних матеріалів: двохвісної решітки Tensar SS 30 та одновісної Tensar RE 120 наведено на рисунках 2.4 та 2.5 відповідно. Фізичні властивості решіток наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Фізичні властивості георешіток

Фізичні характеристики	Tensar SS 30	Tensar RE 120
Мінімальний вміст сажі, %;	2,0	2,0
Питома вага, кг/м²;	0,33	0,94
Довжина рулона, м;	50,0	50,0
Ширина рулона, м;	4,0 – 3,8	1,3
Полімер	ПП*	ПЕВГ*
Границя міцності при розтягуванні, кН/м;	400,0	400,0
Водопроникність при тиску 1,5 кН/м, дм^3/м^2 · с;	-	-
Подовження при розриві, %;	8,0-9,0	9,0-10,0
Повзучість, %/год	0,1	0,1
Температура плавлення, °С,	160,0	160,0

*ПП – поліпропілен, ПЕВГ – поліетилен високої густини.

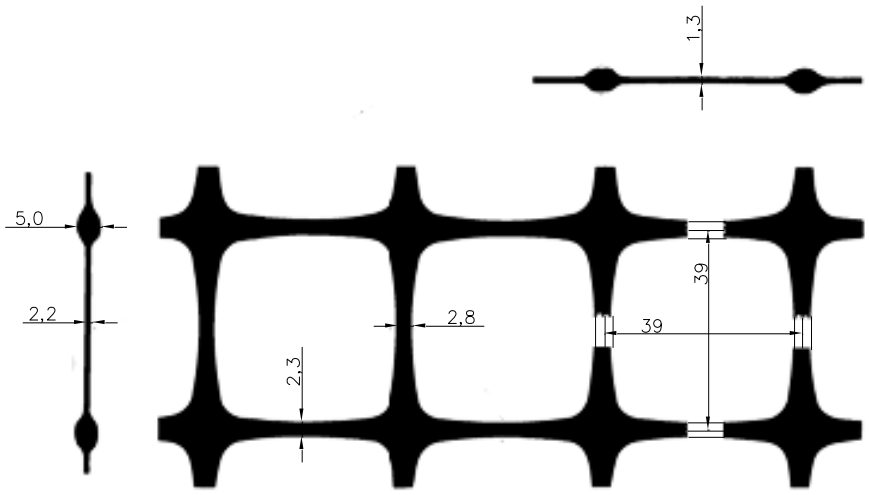


Рис.2.4 Геосинтетична решітка Tensar SS 30

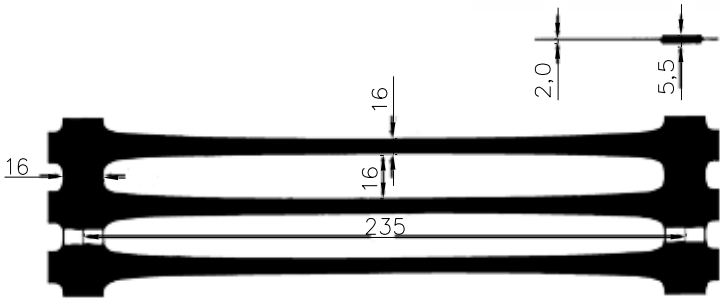


Рис.2.5 Геосинтетична решітка Tensar RE 120

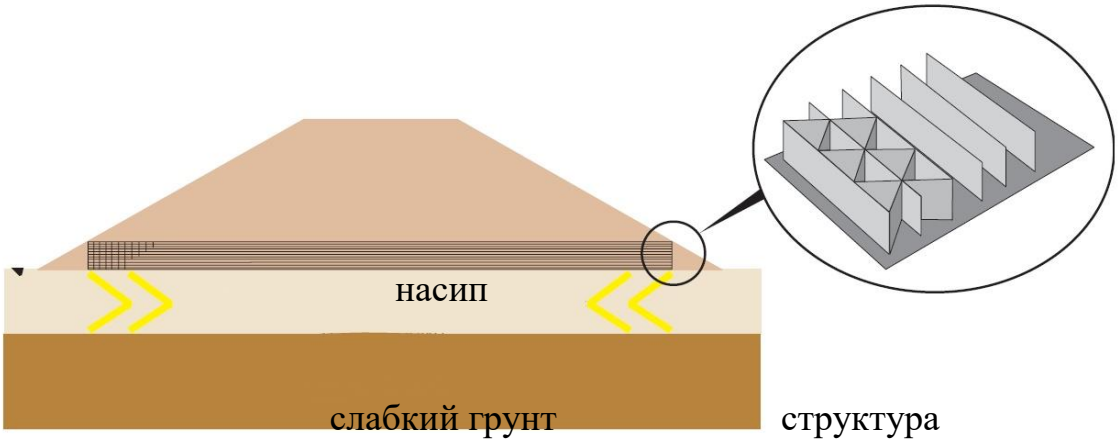


Рис. 2.6 Спорудження основи насипу з використанням геоматрацу

Переваги геоматрацу:

- можливість швидкого будівництва;
- забезпечений безпечний доступ для персоналу і будівельної техніки;
- контроль нерівномірних осідань;
- можливість уникнути заміни слабкого грунта;
- запобігання проникнення дренуючого матеріалу до слабких шарів основи;
- можливість уникнути пошкодження трубопроводів та комунікацій, що пов’язано з глибинними геологічними здвигами.

2.3 Армування асфальтобетонного покриття

На сьогоднішній день в Україні СМ використовуються поки що не так широко, як за кордоном. Ми поки що лише набуваємо навичок у використанні цього новітнього матеріалу, переймаючи досвід інших країн [12].

Крім армування основи насипу я пропоную також армувати асфальтобетонні покриття геотекстильним матеріалом Tensar Гластекс та двохвісною решіткою Tensar SS 30. Гластекс – це армуючий композит, котрий складається із скловолокна, що прикріплений до голкопробивного нетканого геотекстилю. Скловолокно має високий модуль на розтяг, котрий дозволяє сприймати більші

навантаження при дуже малому подовженні. Tensar Гластекс здатен сприймати постійні навантаження, що визвані морозним пученням та нерівномірними осіданнями. Георешітка Tensar SS 30 описана вище.

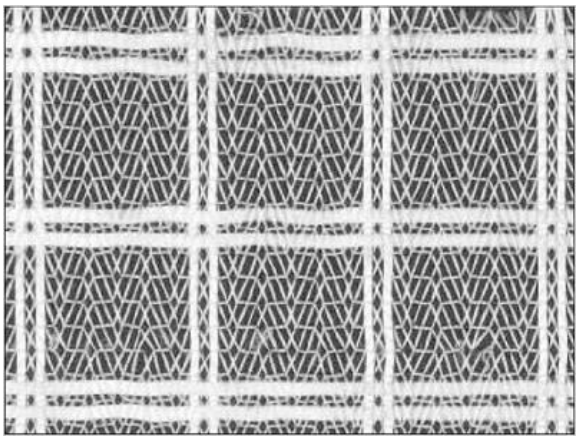


Рис. 2.7 Скловолокно, що входить до складу геокомпозиту

Георешітки Tensar не корозійний матеріал, тому вони не підвержені дії масел, палива та солей. Вони також стійкий до високих температур і можуть вкладатись при температурі асфальтобетонної суміші, принаймні при 1650°С без значних змін в геометрії і фізичних властивостях Крім того армування георешітками є досить економічно вигідним, оскільки:

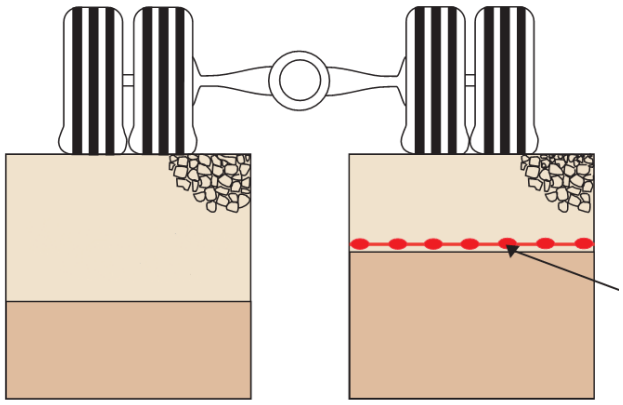
- в 10 разів зростає строк втоми покриття на слабких грунтах;
- знижує темпи виникнення колеї на 70%;

Таблиця 2.2

Фізичні характеристики та розміри Гластекса

	Матеріал	Вага, кг/м²	Розміри рулона, м	Типова геометрія чарунки, мм
Глас текс Р50	Скловолокно, 100% поліпропіленовий голкопробивний текстиль, 100% поліестерова натка	0,32	100х1,5 100х3,0	40х40
Глас текс Р100	Скловолокно, 100% поліпропіленовий голкопробивний текстиль, 100% поліестерова натка	0,43	100х1,5 100х3,0	40х40

- скорочує появу тріщин в верхніх шарах покриття;
- знижує фінансові витрати, збільшуючи строк між плановими ремонтами;
- георешітки стійкі до високих та низьких температур;
- здатні протистояти постійним навантаженням, що визвані морозним пученням грунтів.



Геокомпозит

Дорожній одяг без використання геокомпозиту

Дорожній одяг із застосуванням геокомпозиту

Рис. 2.8 Значне зниження товщини шару заповнювача

Геокомпозити, тобто поєднання геотекстильного матеріалу разом з георешіткою, рекомендується використовувати при спорудженні дорожнього одягу на слабких основах, при високій інтенсивності руху та при умові зволоження другого або третього типу в У-ІІ дорожньо-кліматичній зоні.

Оскільки ділянка проекту Стрий-Тернопіль-Кіровоград-Знам'янка належить до ІІ категорії та дорожній одяг повинен споруджуватись на основі зі слабких грунтів, то варто застосувати геокомпозитний матеріал. Це дозволить збільшити несучу здатність та підвищити строки експлуатації асфальтобетонного покриття.

При застосуванні даного матеріалу значно зменшуються об’єми використовуваних будівельних матеріалів, що дозволяє значно економити кошти. Також це в подальшому забезпечить більш тривалий строк служби даного дорожнього одягу, в такому покритті значно менше з’являється тріщин. Георешітка забезпечує стійку геометрію покриття, а геотекстиль надає більшої міцності, а також запобігає здиманню покриття внаслідок пучення грунта.

Враховуючи, що на ділянці автомобільної дороги Стрий-Знам’янка спостерігаються високі швидкості руху, з часом можливе виникнення колії. Це значно запобігається при використанні армуючого матеріалу (див. рис. 2.9 та рис. 2.10). З графіка видно, що традиційна (неармована) ділянка дороги буде деформуватись приблизно на 30 мм більше, ніж армована. А при колісному навантаженні, що перевищує 25 000 колісних підходів в неармованій конструкції колія збільшується надто швидко, в той час як графік армованої залишається майже стабільним.

Щоб відповідати всім вимогам СМ, повинні бути стійкими до води, хімічно і біологічно активних середовищ, температури (в даному випадку СМ використовуються при спорудженні дорожнього одягу, тож їх стійкість до температури повинна перевищувати 160°С), сонячної радіації при її дії протягом 10 годин. Під стійкістю слід розуміти збереження або зниження властивостей СМ у часі до величин, що забезпечують надійність конструкції протягом заданого строку експлуатації.

Дані щодо збереження міцності СМ у процесі експлуатації за період Т (років), орієнтовно оцінюємо шляхом множення початкового її значення на поправочний коефіцієнт, який розраховуємо за формулою (2.1):

$$K = \frac{1}{\alpha \cdot T^{\beta} + 1} = \frac{1}{0{,}09 \cdot 20^{0{,}5} + 1} = 0{,}71 \,, \qquad (2.1)$$

де α і β – параметри, що залежать від виду сировини СМ. Матеріал, що розглядаємо виготовлений з поліпропілену, тож α і β будуть мати такі значення: α=0,09 і β=0,5°.

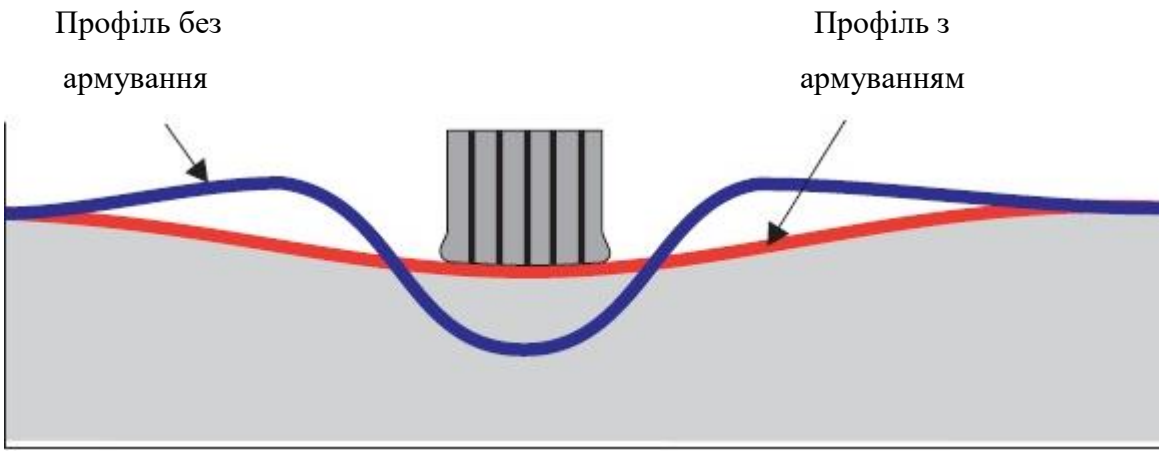


Рис. 2.9 Графічне порівняння профілів з та без армування

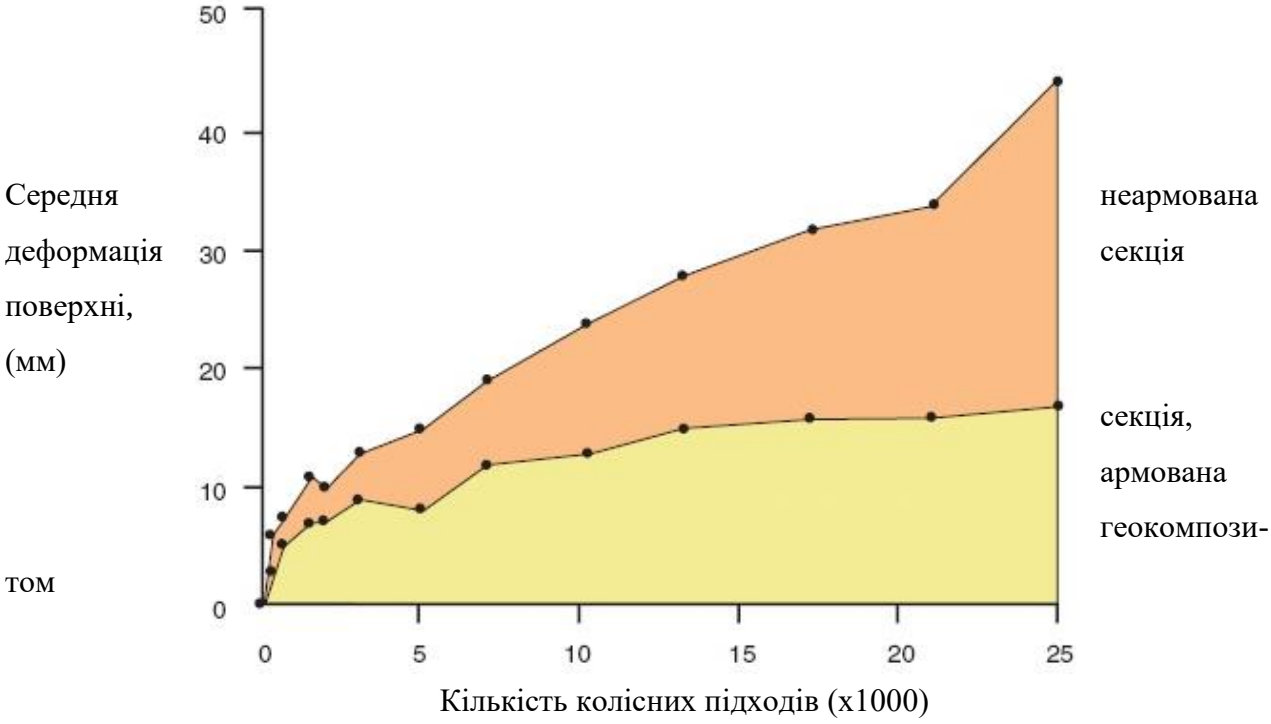


Рис. 2.10 Графік залежності середньої деформації від кількості колісних навантажень

Аналізуючи вище зазначену формулу з’ясовуємо, що у процесі експлуатації за 20 років міцність СМ зменшиться на 29%.

Також дуже важливий, особливо для синтетичного матеріалу, коефіцієнт фільтрації. Водопроникність визначається для двох напрямів руху фільтрацій-

ного потоку: в площині полотна і перпендикулярно цій площині. Відповідно розрізняють поздовжню і поперечну проникність. Визначення поздовжньої проникності важливий показник для голкопробивного СМ, тому що він використовується як дренуючий прошарок.

Поперечна проникність виявляється майже у всіх випадках використання геотекстилю. Однак враховується лише в якісному відношенні, оскільки її кількісна величина не входить в розрахункові схеми. Для вимірювання водопроникності полотен СМ використовують фільтраційні прилади, що мають різну конструкцію для визначення поздовжньої і поперечної проникності.

За даними лабораторних досліджень і знаходять коефіцієнт фільтрації:

$$K = \frac{864Q}{FTi\Delta}\ , \qquad (2.2)$$

де Q – витрата води в окремому досліді, см³;

F – площа перетину зразка, см²;

i – градієнт фільтрації;

Δ – температурна поправка, $(0{,}7 \pm 0{,}3\ t)$;

t – температура води, °С.

Поздовжня проникність може бути орієнтовно прийнята рівній поперечній проникності.

Але найважливішою фізичною характеристикою є несуча здатність. На графіку рис. 2.11 наглядно видно, що при тривалому навантаженні у неармованої конструкції відбулося значно більше просідання, ніж в тій конструкції, що була армована геокомпозитом. Це свідчить про те, що при армуванні конструкцій асфальтобетонного покриття таке негативне явище, як повзучість дороги або виникнення колії (найчастіше таке явище спостерігається при поворотах чи на зупинках) буде успішно уникнено. Як правило, колії здебільшого виникають у містах, де рух транспорту досить напружений.

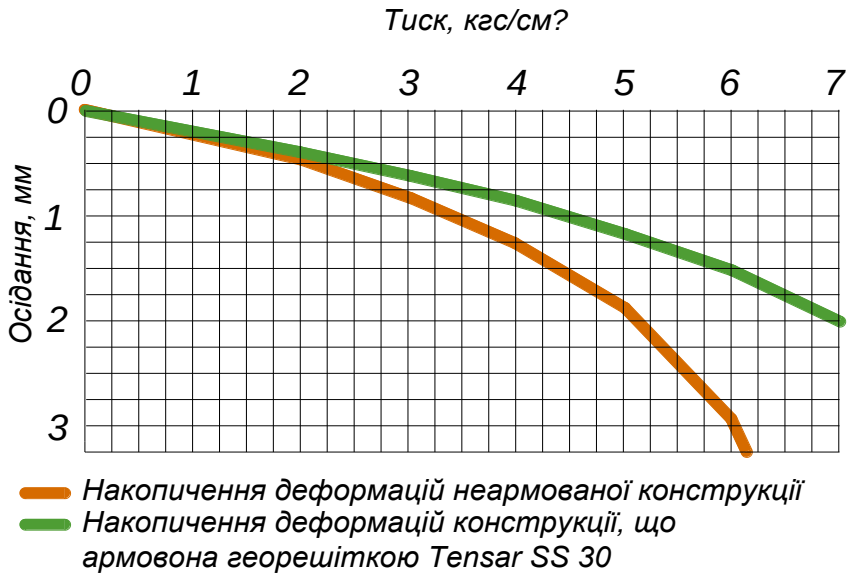


Рис. 2.11 Порівняльні графіки несучої здатності конструкції

Для доріг з високою інтенсивністю руху виникнення колії теж є проблемою, особливо на під'їздах до перехресть, розвилок, естакад та ін. Це пов'язано з тим, що при під'їздах до певного об'єкту автомобіль пригальмовує з досить високої швидкості. В таких випадках навантаження на асфальтобетонне покриття значно збільшується. При вкладанні в основу дорожнього одягу геокомпозиту цього можна уникнути за рахунок армування.

З наведених нижче, як приклад, значеннях видно на скільки вища надійність армованих покриттів:

Для неармованої конструкції:

$$\frac{S_{упр}}{S_{зал}} = \frac{0,5}{3,965} = 0,126 \ , \tag{2.3}$$

Для конструкції, що армована георешіткою Tensar SS 20:

$$\frac{S_{упр}}{S_{зал}} = \frac{0,44}{2,404} = 0,183 \ , \tag{2.4}$$

Для конструкції, що армована георешіткою Tensar SS 40:

$$\frac{S_{упр}}{S_{зал}} = \frac{0{,}389}{2{,}003} = 0{,}196 \ , \qquad (2.5)$$

Порівняльні дані для георешітки Tensar SS 30 можна наглядно спостерігати на рис. 2.12. Графік виконувався з даних при багаторазових короткочасних навантаженнях, що більш чітко відображає дію колеса автомобіля на дорожнє покриття.

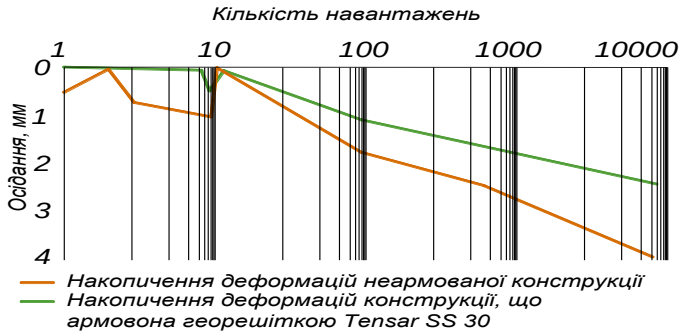


Рис. 2.12 Порівняльні графіки накопичення залишкових деформацій конструкції при багаторазовій дії короткочасних навантажень

З графіка , що зображений на рис. 2.13 видно, що після 10 000 колісних навантажень неармоване покриття просіло на 4 мм, в той час як армоване просіло вдвічі менше.

Але крім уникнення виникнення колії в покриттях, також можна збільшити строк служби асфальтобетону за рахунок його армування геокомпозитом (див. рис. 2.13).

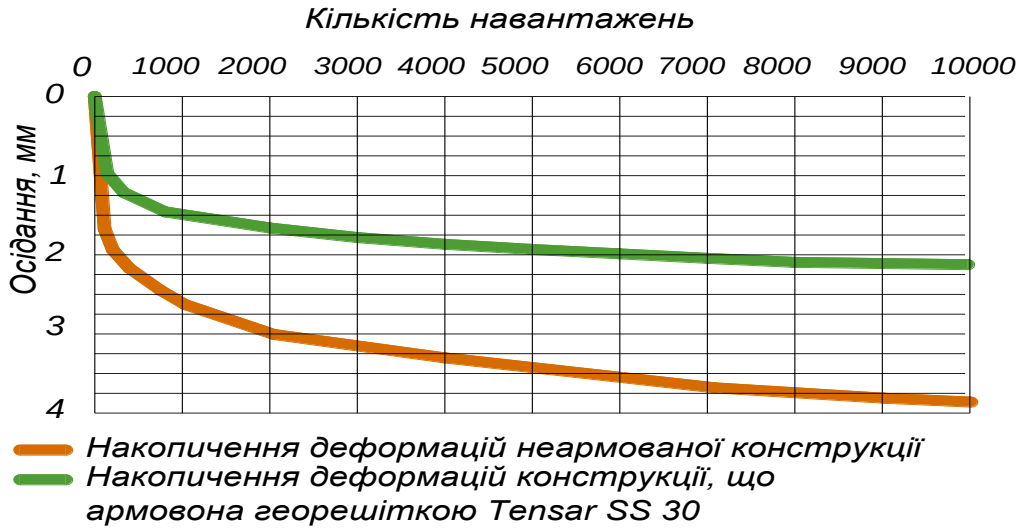


Рис. 2.13 Порівняльні графіки накопичення залишкових деформацій конструкцій при дії багаторазових короткочасних навантажень

Аналізуючи даний графік з'ясовуємо, що тріщини з'являться в армованому покритті в 10 разів пізніше, ніж в традиційному.

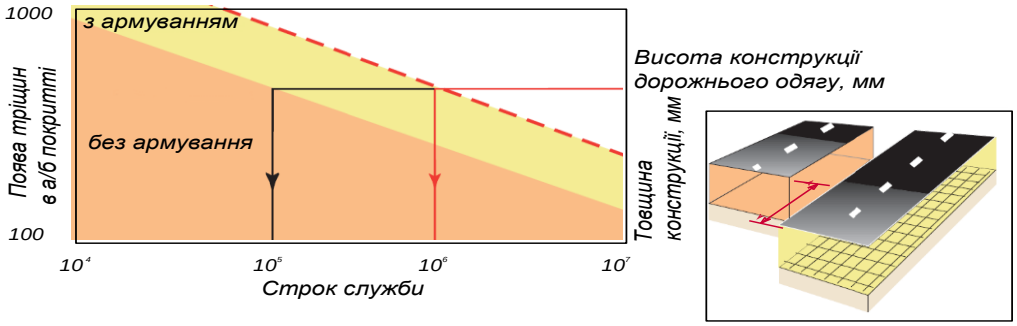


Рис. 2.14 Графік порівняння строку служби асфальтобетонних покриттів традиційної конструкції з конструкцією, що армована геокомпозитом при однаковій висоті конструкції

На іншому порівняльному графіку наведено, що можливо економити на матеріалах, оскільки товщина покриття буде на 100 мм меншою, аніж традиційного покриття (див. рис. 2.15).

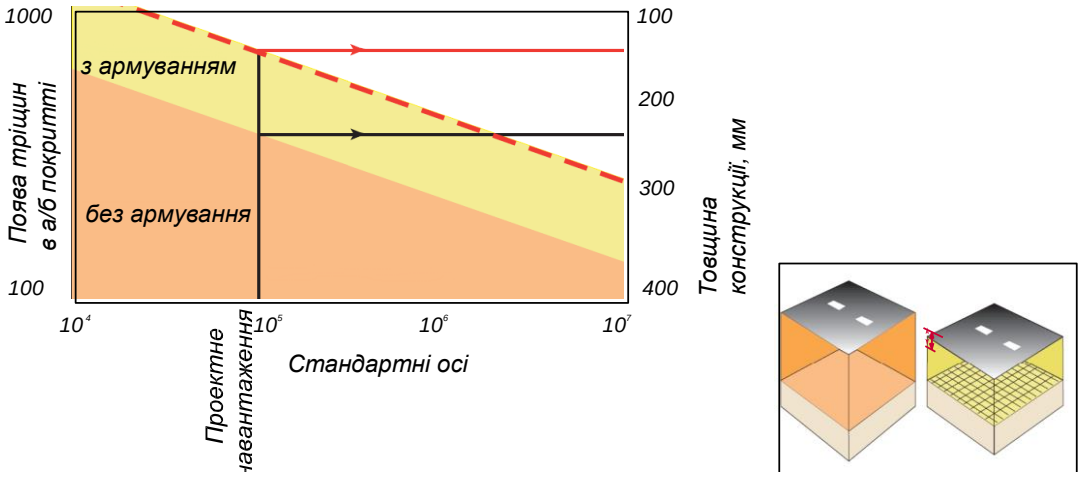


Рис. 2.15 Графік порівняння товщини асфальтобетонних покриттів традиційної конструкції з конструкцією, що армована геокомпозитом при однаковому навантаженні

З кожним роком сфера застосування геосинтетичних матеріалів розширюється, спираючись на великий позитивний досвід їх використання. Однією з найбільш перспективних технологій, що спрощують будівництво автомобільних доріг і продовжують термін їх служби, є технологія армування (посилення) геосинтетичними матеріалами асфальтобетонних покриттів при будівництві та реконструкції дорожнього одягу. У зв'язку з економією будівельних матеріалів найбільш ефективним є використання геосіток. Геосітка має високі міцностні і низькі деформативні характеристики, хімічну та біологічну стійкість, термостійкість в діапазоні робочих температур укладання асфальтобетонної суміші (120-160°С), ідеально підходить для армування асфальтобетонних покриттів. Основною метою застосування геосітки є зміцнення асфальтобетонних шарів за рахунок підвищення опору покриття розтягуючим температурним напругам і опору розтягування при вигині, зміни умов контакту в зоні тріщини, а внаслідок цього - збільшення терміну служби покриттів. Геосітка армує асфальтобетон, перенаправляє вертикальні навантаження в горизонтальну площину, перерозподіляє горизонтальні напруги в шарі асфальтобетону і знижує активні міс-

цеві напруги. Область застосування геосіток: - Армування асфальтобетонних покриттів при будівництві та реконструкції автомобільних доріг, злітно-посадкових смуг аеродромів, проїзної частини мостів; - Розширення проїжджої частини автомобільної дороги; - Відновлення покриття ділянки дороги після ремонту підземних комунікацій; - Посилення робочого шва асфальтобетонного покриття; - Будівництво бетонних доріг з деформаційними швами; Використання геосітки дає можливість: - Запобігти поширенню температурних, відображених і втомних тріщин; зменшити товщину асфальтобетонного покриття; - Запобігти виникненню зсувних деформацій покриття (колій і напливів); - Збільшує робочу зону нижніх шарів покриття і основи завдяки своїй рос поділяючій здатності, і продовжує ,таким чином, термін служби дорожнього одягу; - Надати нові властивості дорожньої конструкції. Для капітального ремонту та реконструкції асфальтобетонного покриття слід рекомендувати наступні геосітки: - геосітка зі скловолокна, у порівнянні з аналогічними по міцності нетканими матеріалами, не просто розділяє прошарок, а одночасно його армує. Геосітка характеризується наступними перевагами: подовження не більше 3%, відсутність повзучості матеріалу, за рахунок високої міцності і низькою деформативності перешкоджає утворенню колій. Геосітка також має меншу товщину відносно типових геосіток за обсягом у 7-10 разів, за масою у 5-6 разів, завдяки чому вона набагато дешевше в транспортуванні і зручна в застосуванні. - геосітка з поліестеру представляє собою гнучку арматуру, виготовлену з високомодульних волокон поліестера, з'єднаних між собою спеціальним чином так, що утворюється сітка з великими чарунками Вибір поліестера як сировини заснований на схожості його механічних характеристик і модуля пружності з навантажувальними характеристиками асфальтобетону. Армуюча геосітка вкрита бітумом, який забезпечує добре зчеплення матеріалу з асфальтобетоном. Цей зв'язок покращує здатність сітки сприймати і перерозподіляти розтягуючі напруги. Вибір відповідного типу армуючої геосітки грунтується на співвідношенні між розмірами чарунки і найбільшим діаметром часток заповнювача. Як

правило, ширина чарунки повинна бути більше найбільших часток заповнювача в 2,0-2,5 рази, тому в більшості випадків використовується геосітка з шириною осередку 30 мм або 40 мм. Крім того, досвід експлуатації показує, що міцність на розтягнення, що дорівнює 50 кНм в поздовжньому і поперечному напрямках. - геосітка пластикова одноосна - це плоска поліпропіленова сітка з витягнутими по довжині чарунками, орієнтованими в одному напрямку для створення високої міцності на розтяг. Області застосування: зведення підпірних стін, земляних устоїв мостів, крутих відкосів, земляних дамб; зведення насипів на слабких ґрунтах; контроль ерозії ґрунтів земляного полотна; інженерна обробка місць для захоронення відходів. Найбільш ефективні геосітки пластикові одноосні використовуються при будівництві та експлуатації об'єктів в місцях з несприятливими гідрогеологичними і обмеженими умовами. - геосітка пластикова двуосная - це плоска сітка з осередками прямокутної форми, виготовлена з поліпропілену методом екструзії. У процесі виробництв- ва геосітка розтягується в двох напрямках завдяки орієнтуванню молекул, і охолоджується в напруженому стані з метою досягнення високих міцносних характеристик при низьких показниках повзучості. Геосітка розроблена для будівництва автомобільної дороги на слабких ґрунтах, а також для підвищення ефективності конструкцій переносити високі динамічні і статичні навантаження. Область застосування: стабілізація ґрунту, посилення автодорожніх і залізничних основ, будівництво майданчиків під високі навантаження (аеродроми, автостоянки, контейнерні майданчики та інші), посилення насипів на слабких основах, будівництво тимчасових доріг на слабких основах, армування бетону. В залежності від виду ремонту пропонуються різні варіанти розташування геосіток в конструкції дорожнього одягу: Ремонт ділянок доріг шляхом суцільного армування асфальтобетону без вирівнюючого шару (рис. 2.16). Укладання асфальтобетону при ремонті дорожніх покриттів виконується найчастіше армуванням площі. Геосітка укладається на старий шар асфальтобетонного покриття на рівних ділянках дороги, але з наявністю сітки тріщин покриття. Ефект консервації старих тріщин до-

сягається за рахунок того, що сітка приймає на себе горизонтальні напруги та деформації, таким чином перешкоджаючи поширенню відображених тріщин від існуючих покриттів в нові укладені шари дорожнього покриття.

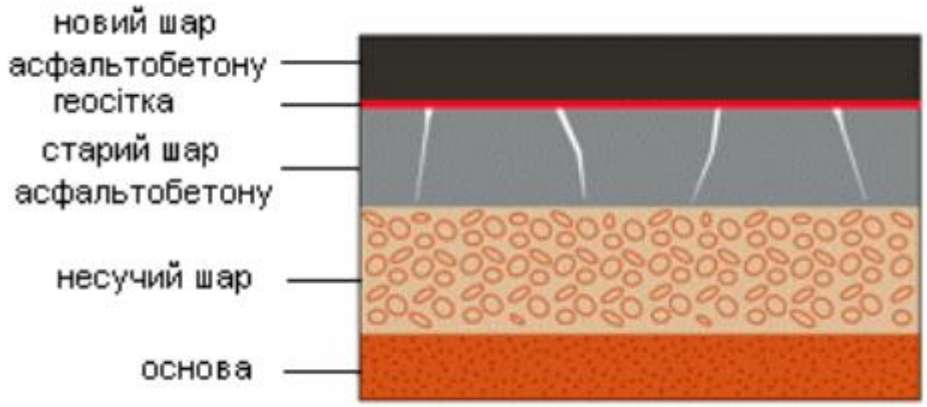


Рисунок 2.16 Ремонт ділянок доріг шляхом суцільного армування асфальтобетону без вирівнюючого шару 2.

Посилення існуючої конструкції дорожнього одягу (рис. 2.17).

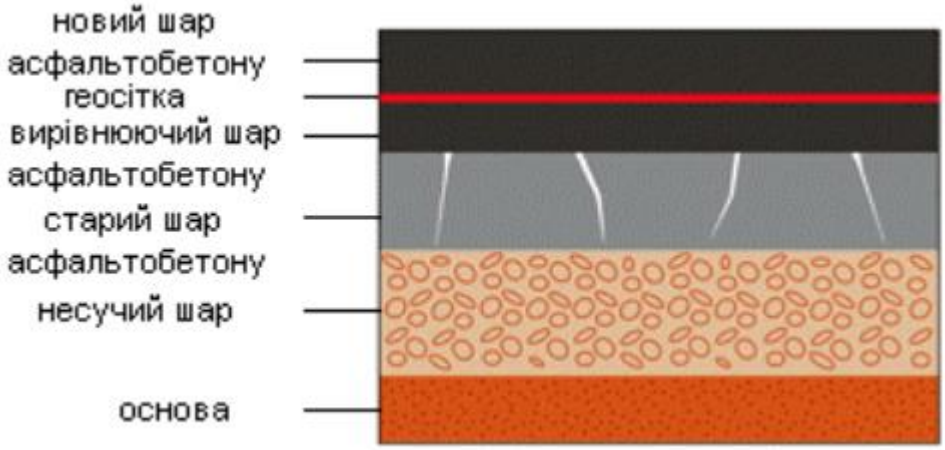


Рисунок 2.17 - Посилення існуючої конструкції дорожнього одягу

На ділянках доріг, що мають колії й вибоїни, укладання геосітки здійснюється на вирівнюючий шар асфальтобетону. Попередньо очищується поверхня старого покриття, потім укладається вирівнюючий шар асфальтобетону, геосітка і новий шар асфальтобетонного покриття. Ефект усунення або значного зменшення колійності і вибоїн досягається за рахунок того, що геосітка перерозпо-

діляє вертикальні локальні навантаження на більшу площу поверхні. Армування асфальтобетону, покладеного на бетонне покриття (рис. 2.18).

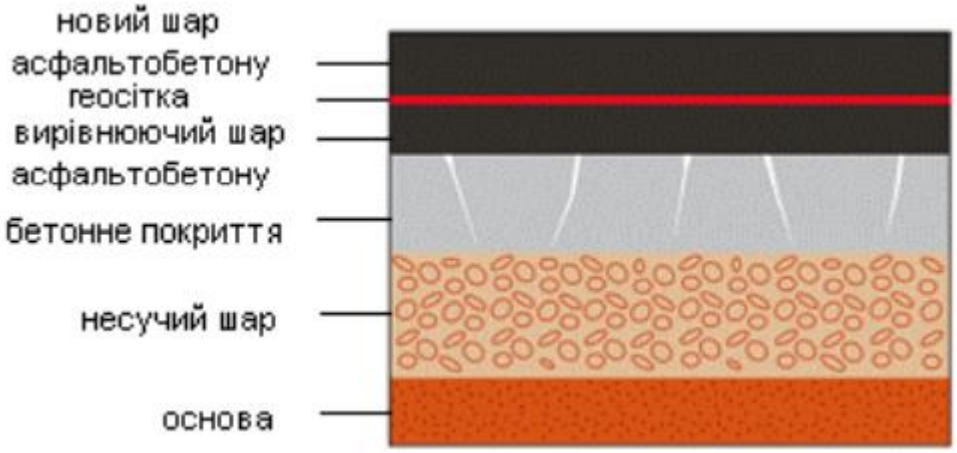
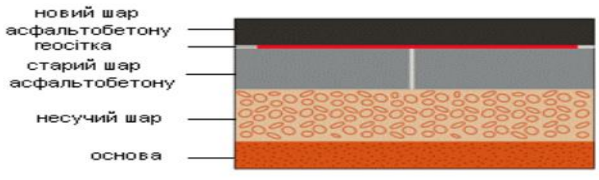


Рисунок 2.18 Армування асфальтобетону, покладеного на бетонне покриття

При посиленні шаром асфальтобетону бетонних покриттів автомобільних доріг і злітно-посадкових смуг аеродромів рекомендується укладати вирівнюючий шар асфальтобетону та геосітку. Необхідність застосування даної технології пояснюється тим фактом, що при сполученні дорожнього одягу з цементобетону і шару асфальтобетону в останньому з'являються тріщини з-за різних коефіцієнтів температурного розширення бетону і асфальтобетону. З цієї причини над цементобетонним покриттям необхідно улаштування вирівнюючого шару асфальтобетону.

Армування асфальтобетонного покриття в зоні стику (рис. 2.19).



м

Рисунок 2.19 - Армування асфальтобетонного покриття в зоні стику Відкриті ділянки на старих покриттях, що мають руйнування (тріщини) є зонами з підвищенним ризиком виникнення тріщин у верхньому та знову укладеному

шарі. В даному випадку рекомендується проводить армування цих зон геосіткою.

Армування асфальтобетону при розширенні дорожнього полотна (рис. 2.20).

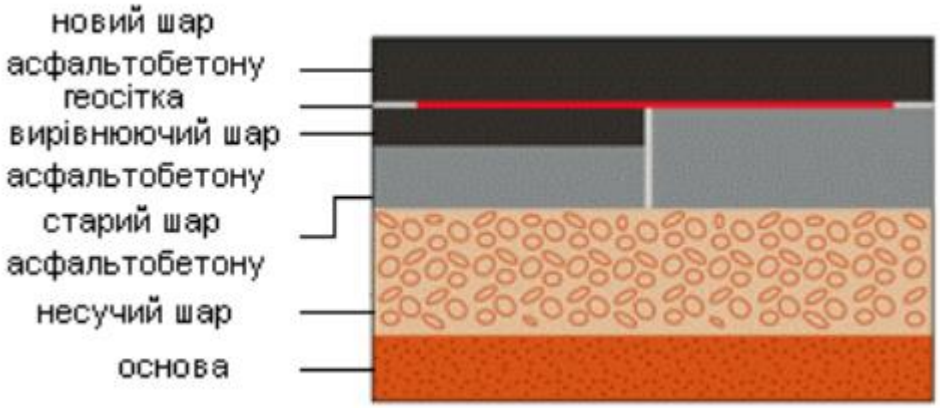


Рисунок 2.20. Армування асфальтобетону при розширенні дорожнього полотна

Розширення дорожнього полотна зазвичай виконується без армування, в результаті чого в місцях сполучення старих і нових ділянок виникають поздовжні тріщини. Укладання геосітки на ці ділянки сприяє армуванню зони поздовжнього стику та попередженню тріщин.

Посилення ділянки дороги після ремонту підземних комунікацій (рис. 2.21). Тріщини і вибоїни часто виникають в асфальтобетонних покриттях на ділянках доріг, що проходять над інженерними комунікаціями, а також після проведення ремонтних робіт з розкриттям дорожнього полотна. Армування геосітками усуває або істотно сповільнює виникнення тріщин і руйнування таких ділянок доріг.

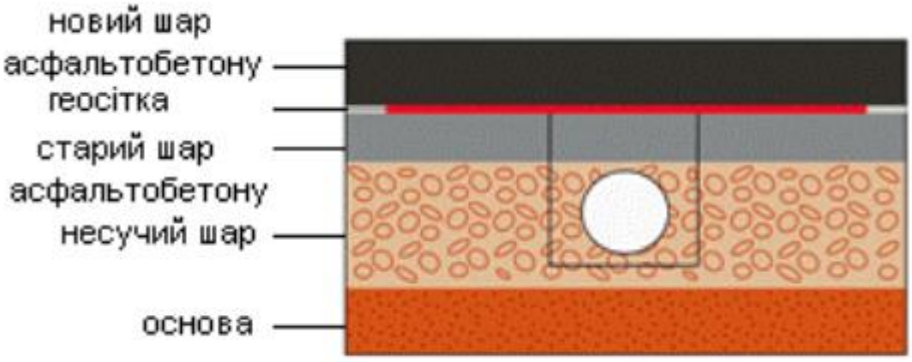


Рисунок 2.21 - Посилення ділянки дороги після ремонту підземних комунікацій

Таким чином, наявність асфальтобетонного покриття автомобільних доріг з характерними деформаціями (тріщинами та колійністю) потребує впровадження нових елементів (геосіток) в конструкції дорожнього одягу при проведені ремонтних робіт, що дозволяють підвищити міцність та надійність дорожнього покриття з мінімальними витратами.

Математична модель розрахунку нежорсткого дорожнього одягу відновленого за армованого геогетекстилем

Досвід сучасного будівництва автомобільних доріг показує, що одним із способів підвищення надійності та міцності слабких грунтів основи, а також прискорення темпів будівництва є використання в конструкціях одягів високоміцних геосинтетичних матеріалів здатних виконувати армуючи функції.

Не зважаючи на те, що геосинтетичні матеріали у світовій практиці дорожного будівництва використовуються вже декілька десятиліт, у нашій країні до цього часу у нормативних документах не визначена їх галузь раціонального використання. Повноцінне методичне забезпечення проектування доріг земляних споруд з використанням геосинтетичних матеріалів у теперішній час тільки формується.

Враховуючи це, для обґрунтування використання геосинтетики в конструкціях нежорстких дорожніх одягів протягом останнім часом проводяться мо-

дельні експериментальні дослідження по визначенню ефективності використання плоских та обємних синтетичних георешіток при розрахунках конструкцій дорожніх одягів, ведуться роботи по розробці такої методики розрахунку, яка б опиралася на грамотне використання традиційних, базових норм і правил і в той же час передбачала створення нових, спеціалізованих правил та процедур, що дають можливість забезпечити ефективність і уніфікованість виконання розрахунку основи.

Дорожній одяг піддається впливу повторних навантажень від рухомих автомобілів, що призводить до явища втоми. Тому при виборі розрахункової схеми та критеріїв граничного стану потрібно враховувати процеси, що протікають в конструкції при її багаторазовому навантаженні.

Виникнення необоротних деформацій, викликаних пластичними зміщеннями в одному з елементів конструкції, означає перехід її в заграничний стан, що призводить до зниження деформаційних і міцністних характеристик. Тому тільки за умови роботи нежорсткого дорожнього одягу в стадії оборотних деформацій може бути гарантовано збереження її високих експлуатаційних якостей протягом розрахункового терміну експлуатації.

Вибір такого критерію граничного стану для розрахунку нежорстких дорожніх одягів обумовлений також і тим, що на автомобільні дороги впливають, головним чином, короткочасні навантаження від дії рухомих автомобілів. Таке навантаження на відміну від статичного призводить до більш швидкого згасання напружень по глибині і викликає при інших рівних умовах меншу деформацію дорожнього одягу.

Дорожній одяг складається, як правило, з декількох шарів, в які можуть входити слабозв'язані та зернисті матеріали, недостатньо або зовсім нездатні чинити опір розтягуючим напруженням. Тому якщо напруження, що виникають у шарах від дії навантаження коліс повітряного судна, перевищує опір зсуву матеріалів цих шарів, то виникають залишкові деформації, які поступово накопляються від багаторазових прикладань навантажень, у результаті чого дорож-

ній одяг починає руйнуватися. Тому обов'язковим критерієм міцності при розрахунках таких конструкцій дорожніх одягів слід вважати досягнення місцевої граничної рівноваги по зсуву в підстилаючому ґрунті або в слабозв'язному матеріалі одного з шарів.

Крім того при розрахунку основи не можна нехтувати умовами спряження шарів (умови на контакті). Реальні умови сполучення залежать від характеру поверхні і ступеня зчеплення шарів на контакті. У разі, коли на контакті покриття-ґрунт розміщено жорсткий прошарок з крупнодисперсного матеріалу, армованого синтетичною решіткою, такий вид сполучення можна розглядати як спаяні шари.

Таким чином, можна запропонувати метод розрахунку основ для нежорстких дорожніх одягів, що працюють в стадії оборотних деформацій. В якості розрахункової схеми тут використовується модель шаруватого пружного півпростору.

На сьогоднішній день теорія шаруватих пружних систем розроблена вітчизняними та зарубіжними вченими у сфері обстеження та проектування доріг, в такій мірі, що її можна з успіхом використовувати для розв’язання практичних задач.

Отримання числових результатів розв’язання конкретних задач для багатошарових основ практично неможливо без використання потужних електронних програмних засобів. Обчислювальні ресурси сучасних ПК дають можливість успішно розв’язувати подібні задачі.

Ґрунтуючись на методах розв’язання осесиметричної задачі стосовно до однорідного, двошарового і багатошарового півпросторів, а також, враховуючи вищевикладені доводи, встановлена розрахункова схема для конструювання нежорстких армованих покриттів (рис. 2.22) .

За основу взято тришарову систему, в якій кожен шар характеризується модулем пружності E_i , коефіцієнтом Пуассона ν_i і товщиною h_i (причому $h_2 = \infty$).

Спряження шарів характеризується наведеними нижче граничними умовами.

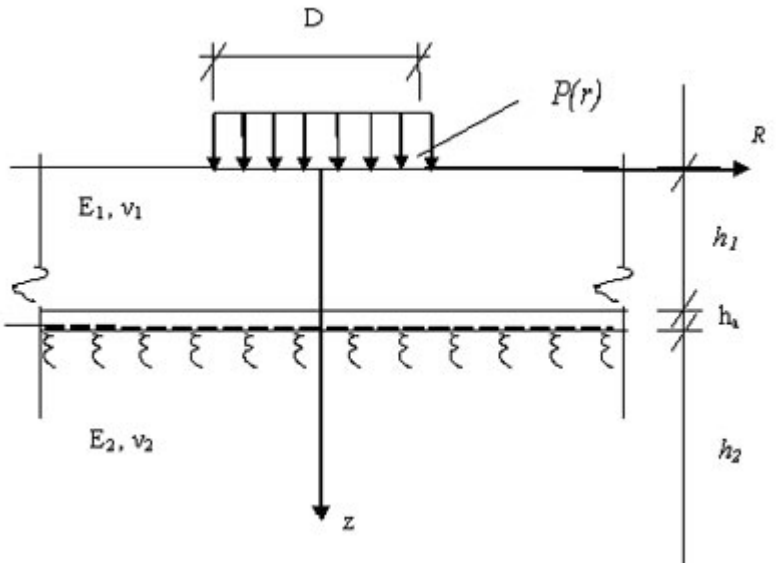


Рис. 2.22 Розрахункова схема дорожнього покриття, армованого геотекстилем

2.4 Висновки

На основі всіх вище зазначених переваг армованої конструкції над конструкцією, що збудована в традиційний спосіб, пропоную в проекті автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі в основу дорожнього покриття вкласти геокомпозит.

Тож використовуючи армуючий матеріал геокомпозит (в даній роботі розглядалась фірма Tensar) можна економити кошти, будівельні матеріали та збільшувати строк служби асфальтобетонних покриттів. А це дуже важливо, оскільки постійно відбувається стрімке зростання інтенсивності руху, та зростають вимоги водіїв до дорожнього покриття.

РОЗДІЛ 3
ПЛАН ТРАСИ, ПОЗДОВЖНІЙ ТА ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ

3.1 Існуючі умови при будівництві автомобільної дороги

Ділянка дороги в плані має мінімальний радіус якого становить 100 метрів. В межах населеного пункту рухаються великі транспортні потоки з низькою швидкістю, що приводить до забруднення навколишнього середовища, створюються несприятливі умови для водіїв.

Існуючий дорожній одяг капітального типу має: покриття із асфальтобетону товщиною 6 см на основі із щебеню товщиною 23 см з просоченням на 6 см та нижньому шарі основи із жорстви товщиною 15 см.

Траса автомобільної дороги проектується як плавна лінію у просторі з ув'язкою елементів плану, поздовжнього та поперечного профілів між собою, з навколишнім ландшафтом і з оцінкою їх впливу на умови руху та зорове сприйняття дороги.

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

В залежності від свого народногосподарського та адміністративного значення дороги розподіляються на дороги державного та місцевого значення, державні – на магістральні та регіональні; місцеві – на територіальні та районні. Дана дорога є міжнародною державного значення і має параметри II категорії.

Дорога в плані запроектована на топографічній карті. Вхід до кінцевого пункту є прямолінійним продовженням існуючої дороги. Кут повороту влаштований так, що криволінійні ділянки починаються за межами населеного пункту.

Траса розбита на пікети та кілометри. Через кожні десять пікетів нанесений кілометровий знак і його номер. Пікети та кілометрові знаки на криволінійних та прямолінійних ділянках нанесені перпендикулярно до осі дороги вниз.

3.2 Визначення категорії дороги

При визначенні категорії дороги на перспективний період приймаємо 20 років, починаючи з року завершення розробки проекту.

Згідно виконаному обліку руху існуюча інтенсивність на ділянці складає 2,5 тис.авт./добу. Оскільки у складі руху мається 46% легкових автомобілів, що більше 30%, тому дорогу визначаємо по інтенсивності руху, приведеної до легкового автомобіля. Для цього використовуємо коефіцієнти приведення (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Визначення розрахункової інтенсивності руху

№ п/п	Тип транспортного засобу	Інтенсивність, тис.авт/добу (%)	Коефіцієнт приведення	Інтенсивність приведена до легкового автомобіля, тис.авт/добу
1	Легковий автомобіль	1,15 (46)	1,0	1,15
2	Вантажний автомобіль вантажопідйомністю, т:			
	Від 1 до 2	0,2 (8)	1,5	0,3
	Від 2 до 6	0,375 (15)	2,0	0,75
	Від 6 до 8	0,45 (18)	2,5	1,125
3	Автобус	0,325 (13)	3,0	0,975
	Разом	2,5 (100)		4,3

Існуюча інтенсивність руху складає 4300 авт/добу приведених до легкового автомобіля, що відповідає інтенсивності руху дороги III категорії (від 2500 до 5000 авт/добу).

Розрахункова перспективна інтенсивність руху визначається із залежності:

$$N_P = N_0(1+\beta)^n = 4300\cdot(1+0{,}02)^{20} = 6390 \text{ авт/добу}, \quad (3.1)$$

де N_0- інтенсивність руху за даний рік (перший рік розрахунку),

n- кількість років перспективи,

β - коефіцієнт приросту інтенсивності руху.

N_0=2500 авт/добу.

n- 20 років.

β = 0,02.

Аналізуючи отриману розрахункову перспективну інтенсивність руху на основі будівельних норм [4] отримуємо, що розрахункова перспективна інтенсивність руху відповідає інтенсивності руху для ІІ категорії (5000-14000 авт/добу). З [4] виписуємо основні параметри дороги для ІІ категорії (табл.3.2).

Таблиця 3.2

Основні параметри дороги ІІ категорії

Найменування показників	За ДБН В.2.3-4:2015
Розрахункова швидкість руху	120
Найбільший поздовжній похил, ‰	40
Найменша відстань видимості для зупинки автомобіля, м	250
Найменші радіуси кривих у плані, м	800
Найменші радіуси опуклих кривих у поздовжньому профілі, м	15000
Найменші радіуси угнутих кривих у поздовжньому профілі, м	5000
Ширина смуги руху, м	3,75
Ширина проїзної частини, м	7,5
Ширина узбіччя, м	3,75
Ширина земляного полотна, м	15,00

3.3 Проектування траси в плані

Щоб забезпечити стійкість автомобіля проти перекидання і проти бічного занесення під впливом поперечної сили визначаємо мінімальний допустимий радіус кривої в плані. Розрахунок мінімального радіуса кривої в плані виконуємо за формулою:

$$R = \frac{V^2}{g(\mu \pm i_n)} = \frac{33{,}33^2}{9{,}81(0{,}15+0{,}02)} = 871 \text{ м}, \qquad (3.2)$$

де V – розрахункова швидкість руху автомобіля для даної категорії дороги, м/с;

g=9,81м/с² – прискорення вільного падіння;

μ – коефіцієнт поперечної сили;

i_n – поперечний похил віражу;

V=120 км/год=33,33м/с;

μ=0,15;

i_n=20‰;

Оскільки дорога належить до II категорії, то прокладаємо її в обхід населеного пункта. При цьому дотримуємось вимог, щоб відстань від дороги до лінії забудови на генеральному плані розвитку населеного пункту була не меншою ніж 200 м.

Дотримуючись всіх вище зазначених вимог призначаємо мінімальний радіус заокруглення дороги 1000 м.

По карті з'ясовано, що φ=57°17'. Враховуючи, що R=1000м<2000м влаштовуємо перехідну криву. Приймаємо довжину перехідної кривої l=120м. Обчислюємо величину 2β:

$$2\beta = \frac{180^0 \cdot l}{\pi R} = \frac{180^0 \cdot 120}{3{,}14 \cdot 1000} = 6{,}879^0 \ , \qquad (3.3)$$

Влаштування перехідних кривих можливе, оскільки 2β=6,879°<φ=57°17'. Обчислюємо додатковий тангенс m і зсув кривої p:

$$m = l/2(1 - l^2/120R^2) = 120/2(1 - 120^2/120 \cdot 1000^2) = 59{,}99 \text{ м}, \qquad (3.4)$$

$$p = \frac{l^2}{24R}\left(1 - \frac{l^2}{112R^2}\right) = \frac{120^2}{24 \cdot 1000}\left(1 - \frac{120^2}{112 \cdot 1000^2}\right) = 0{,}60 \text{ м}, \qquad (3.5)$$

Знаходимо величини ΔТ, ΔК, ΔБ, ΔД:

$$\Delta T = p \cdot tg\frac{\varphi}{2} + m = 0{,}60 \cdot tg\frac{57{,}2833}{2} + 59{,}99 = 60{,}32 \text{ м}, \quad (3.6)$$

$$\Delta К = l = 120 \text{ м}$$

$$\Delta Б = \frac{p}{\cos\frac{\varphi}{2}} = \frac{0{,}60}{\cos\frac{57{,}2833}{2}} = 0{,}68 \text{ м}, \quad (3.7)$$

$$\Delta Д = 2\Delta T - \Delta К = 2 \cdot 60{,}32 - 120 = 0{,}64 \text{ м}, \quad (3.8)$$

Визначаємо елементи кругової кривої:

$$T_{КК} = R \cdot tg\frac{\varphi}{2} = 1000 \cdot tg\frac{57{,}2833}{2} = 545{,}05 \text{ м}, \quad (3.9)$$

$$К_{КК} = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{180} = \frac{3{,}14 \cdot 1000 \cdot 57{,}2833}{180} = 998{,}07 \text{ м}, \quad (3.10)$$

$$Б_{КК} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos\frac{\varphi}{2}} - 1 \right) = 1000 \cdot \left(\frac{1}{\cos\frac{57{,}2833}{2}} - 1 \right) = 138{,}9 \text{ м}, \quad (3.11)$$

$$Д_{КК} = 2T_{КК} - К_{КК} = 2 \cdot 545{,}05 - 998{,}07 = 92{,}03 \text{ м}, \quad (3.12)$$

Обчислюємо елементи сумарної кривої (всього заокруглення):

$$T_1 = T_{КК} + \Delta T = 545{,}05 + 60{,}32 = 605{,}37 \text{ м}, \quad (3.13)$$

$$К_1 = К_{КК} + \Delta К = 998{,}07 + 120 = 1118{,}07 \text{ м}, \quad (3.14)$$

$$К_1 = \frac{\pi \cdot R(\varphi - 2\beta)}{180} + 2L = \\ = \frac{3{,}14 \cdot 1000(57{,}2833 - 2 \cdot 6{,}879)}{180} + 2 \cdot 120 = 1118{,}07 м, \quad (3.15)$$

$$Б_1 = Б_{КК} + \Delta Б = 138{,}9 + 0{,}68 = 139{,}58 \text{ м}, \quad (3.16)$$

$$Д_1 = Д_{КК} + \Delta Д = 92{,}03 + 0{,}64 = 92{,}67 \text{ м}, \quad (3.17)$$

$$Д_1 = 2T_1 - К_1 = 2 \cdot 605{,}37 - 1118{,}07 = 92{,}67 \text{ м}, \quad (3.18)$$

Значення основних елементів кривих зводимо до таблиці 3.2:

Таблиця 3.2

Значення основних елементів кривих

№ ВК	φ,°	R, м	*l*, м	Т, м	К, м	Б, м	Д, м
ВК-1	57°17'	1000	120	605,37	1118,07	139,58	92,67

3.4. Нанесення на профілі проектної лінії

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

При проектуванні елементів поздовжнього профілю притримуємось таких основних параметрів:

- найбільший поздовжній похил до 40 ‰ ;
- радіуси опуклих кривих у поздовжньому профілі – понад 15000 м;
- радіуси увігнутих кривих у поздовжньому профілі – понад 5000 м;

У даному проекті за контрольні точки прийняті: 1) точки початку і кінця траси; 2) мінімальні позначки брівки земляного полотна у водопропускної труби; 3) відмітки проїзної частини мосту.

Робоча позначка, що рекомендується з умови снігозанесення:

$$h_{рек.}^{сніг} = h_{сн} + \Delta h = 0{,}35 + 0{,}6 = 0{,}95 \text{ м}, \qquad (3.21)$$

де $h_{сн}$ – максимальна висота снігового покриву для даної ділянки місцевості;

Δh – мінімальне перевищення брівки насипу над рівнем снігового покриву, для дороги II категорії Δh=0,6 м.

Встановивши контрольні точки та призначивши рекомендовану висоту робочої позначки намічаємо положення проектної лінії. Це можна робити за до-

помогою шаблонів, але ми застосовуємо програмний комплекс CREDO, що дозволяє швидше та більш точно спроектувати поздовжній профіль дороги.

Крім того даний програмний комплекс задовольняє задані критерії оптимальності (мінімум земельних робіт, найбільша швидкість розрахункового автомобіля тощо) при дотриманні нормативних вимог. В результаті ми отримали такі основні технічні показники поздовжнього профілю:

- максимальний поздовжній ухил –34 ‰;
- мінімальні радіуси вертикальних кривих: ввігнутих – 7600 м; опуклих –25100 м.

3.5 Підрахунок обсягів земельних робіт

Об’єми земляних робіт визначаємо за робочими відмітками поздовжнього профілю для окремих ділянок. Потреба в підрахунках викликанм варіантним проектуванням поздовжнього профілю дороги, складанням проекту організації робіт для спорудження земляного полотна, а також кошторисною вартістю будівництва.

Спершу визначаємо площі поперечників для всіх пікетів і плюсових точок, у яких відомі робочі позначки.

Площу поперечного перерізу насипу S_H визначаємо за формулою (3.22):

$$S_H = [B + m \cdot (h + \Delta r)] \cdot (h + \Delta r) - B_{Д.О.} \cdot h_{Д.О.} \qquad (3.22)$$

де B – ширина земляного полотна поверху, м;

m – закладання укосів;

h – робоча позначка;

Δr – товщина родючого шару, що видаляється, м;

$B_{Д.О.}$ – ширина дорожнього одягу (дорівнює ширині проїзної частини);

$h_{Д.О.}$ – товщина дорожнього одягу, м.

Для всіх типів поперечників величини B, Δr, $B_{Д.О.}$ і $h_{Д.О.}$ мають однакове значення. Для II категорії дороги B=15,0м., $B_{Д.О.}$=7,5м. Для чорнозему Δr=0,60м., $h_{Д.О.}$=0,67 м.

$$S_H = [15{,}0 + m \cdot (h + 0{,}5)] \cdot (h + 0{,}5) - 7{,}5 \cdot 0{,}67$$

Площа поперечника грунту, що виймається у виїмці визначається за формулою:

$$S_B = (B + 2h_k \cdot m_1 + 2b_k + 2h_k \cdot m_2 + h \cdot m_2)h + \\ + \left(b_k + \frac{h_k \cdot m_1 + h_k m_2}{2} \right) \cdot h_k \cdot 2 + B_{Д.О.} \cdot h_{Д.О.} \qquad (3.23)$$

$(B + 2h_k \cdot m_1 + 2b_k + 2h_k \cdot m_2 + h \cdot m_2)h$ – площа трапеції, верхньою підставою якої слугує поверхня землі, нижньою – поверхня проектованого земляного полотна, м²;

$\left(b_k + \frac{h_k \cdot m_1 + h_k m_2}{2} \right) \cdot h_k \cdot 2$ – площа перетину двох кюветів, м²;

$B_{Д.О.} \cdot h_{Д.О.}$ – площа перетину дорожнього одягу, м².

Підставивши значення B, $B_{Д.О.}$, $h_{Д.О.}$, h_k, b_k, m_1, m_2, одержимо:

$$S_B = (24{,}2 + 4 \cdot h)h + 8{,}03.$$

Обсяги земельних робіт визначаємо по формулі:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot l \ \text{м}^3, \qquad (3.24)$$

де S_1, S_2 – площі суміжних поперечників, м²;

l – відстань між суміжними поперечниками, м.

Поздовжній профіль ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі наведено на листі 4. Ділянка автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі має довжину 5км 323 м.

Проектування поздовжнього профілю ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі починається з проектування чорного поздовжнього профілю. Пікетажне початку ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі становить 621+537 м, кінець ділянки – на км 626+860. Фактична відмітка на початку поздовжнього профілю по осі проїзної частини складає 142,55 м. Фактична відмітка кінця поздовжнього профілю становить 197,23 м.

Фактичні відмітки землі наведені через кожні 25 м. Вони були визначені шляхом інтерполяції. Ґрунти переважно суглинисті. Поздовжній профіль запроектований з дотриманням всіх вимог ДБН В 2.3-4-2015 для II категорії дороги.

Після побудови чорної лінії поздовжнього профілю будується червона лінія (проектна лінія).

Проектна відмітка початку проектної ділянки поздовжнього профілю автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі становить 152,39 м. Проектна відмітка кінця ділянки поздовжнього профілю автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі 197,68 м.

На всій проектній ділянці автомобільної дороги мають місце увігнуті і випуклі вертикальні криві (рис. 3.1).

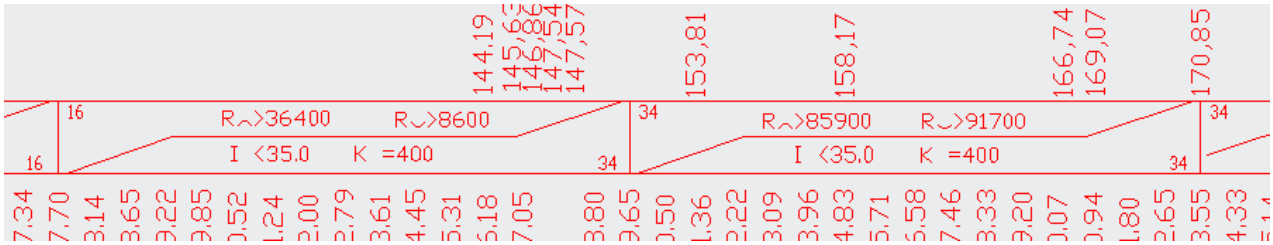


Рис. 3.1 Увігнуті і випуклі вертикальні криві ділянки автомобільної дороги (Бородянка-Пилиповичі км 621+537 – 626+860)

Перевищення на криволінійних ділянках автомобільної дороги в поздовжньом профілі визначають за формулою:

$$h = \frac{l^2}{2 \cdot R}, \tag{3.25}$$

де l – довжина криволінійної ділянки автомобільної дороги, м;

R – радіус увігнутої або випуклої вертикальної кривої, м.

Довжина криволінійної ділянки автомобільної дороги визначається за формулою:

$$l = (i_1 + i_2) \cdot R. \qquad (3.26)$$

Максимальний радіус опуклої кривої на ділянці автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі становить: R=36 400, м.

Максимальний поздовжній ухил ділянки автомобільної дороги Мелітополь – Новоазовськ складає: і=0,063.

Після того, як були визначені фактичні і проектні відмітки на кожній ділянці автомобільної дороги, визначають робочі відмітки. При проектуванні поздовжнього профілю автомобільної дороги робочі відмітки мають дуже важливе значення, оскільки вони служать для визначення обсягу земляних робіт.

Робочі відмітки вписуються зверху над проектною лінією. Робочі відмітки визначають як різницю між проектними відмітками по осі автомобільної дороги та фактичними відмітками брівки земляного полотна:

$$h = H_{пр.} - H_{факт.}, \qquad (3.27)$$

де $H_{пр.}$ – проектна відмітка по осі проїзної частини автомобільної дороги, м;

$H_{факт..}$ – фактична відмітка брівки земляного полотна, м.

Улаштування насипу відбувається з пошаровим ущільненням. Товщина шару ущільнення становить 10 см.

Поздовжній профіль ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі виконано в такиш масштабах:

горизонтальний масштаб – $М_{гор.}$ = 1:5000;

вертикальний масштаб – $М_{верт.}$= 1:500;

масштаб для ґрунтів – $М_{гр.}$= 1:50.

Перед проектуванням поздовжнього профілю ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі (були розраховані основні технічні нормативи, а саме:

- мінімальний поздовжній ухил $i_{\min}$;
- мінімальний радіус увігнутої кривої $R_{\min}$;
- мінімальний радіус випуклої кривої $R_{\min}$.

Поздовжній профіль ділянки автомобільної дороги було запроектовано так, щоб був мінімальний обся земляних робіт.

На даній ділянці автомобільної дороги передбачається такі типи укріплення:

- засів трав;
- укріплення по існуючому рельєфу місцевості;

Креслення поздовжнього профілю є одним із основних документів при проектуванні автомобільної дороги.

РОЗДІЛ 4
ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

4.1. Загальні відомості

Конструкцію дорожнього одягу та матеріал покриття згідно з [4, 5] призначаю виходячи з транспортно-експлуатаційних вимог, інтенсивності руху та складу автотранспортних засобів в його потоці, кліматичних ґрунтово-геологічних умов, санітарно-гігієнічних вимог, вимог безпеки та комфортності руху, забезпеченості місцевими будівельними матеріалами.

Покриття сплановано стабільно міцним, рівним, шорстким, та протистоїть накопиченню пластичних деформацій влітку, зберігає суцільність при прогині навесні і восени та при розтягуванні від охолодження в зимовий період. Для тривалого збереження шорсткості матеріал покриття стійкий до стирання.

Основа забезпечує зменшення прогину покриття від дії зовнішнього навантаження, а також має достатню жорсткість, щоб зменшувати напруження в додатковій основі та в ґрунті земляного полотна до допустимих значень.

Додаткова основа сприяє зменшенню прогину та напружень від транспортних засобів у покритті, основі і земляному полотні, а також виконує такі функції:

- відведення води з верхньої частини земляного полотна (при погано фільтруючому ґрунті) і з основи дорожнього одягу (дренажний шар та гідроізоляційний шар);
- зменшення товщини промерзаючого шару ґрунту (морозозахисний шар);
- зменшення глибини промерзання земляного полотна (теплоізоляційний шар);
- виключення взаємного проникання зернистого матеріалу основи і ґрунту земляного полотна (розділюючий шар);

- забезпечення проїзду автомобілів і будівельної техніки під час будівництва дорожнього одягу (технологічний шар).

Один шар додаткової основи може виконувати декілька функцій.

Загальна товщина дорожнього одягу і товщина окремих шарів забезпечує міцність та морозостійкість усієї конструкції.

4.2 Вихідні дані

Існуюча інтенсивність на даній ділянці дороги складає 2,5 тис.авт./добу, що відповідає 4,1тис. авт./добу приведених до легкового автомобіля.

За погодно-кліматичними факторами, грунтово-гідрогеологічними умовами зволоження, ділянка автомобільної дороги, що проектується, знаходиться в межах центральної дорожньо-кліматичної зони У-II [4] .

Клімат району помірно-континентальний. Зима нехолодна, з частими відлигами. Середня температура січня –5,8^{0}С, абсолютний мінімум –37^{0}С. Літо тепле. Середня температура липня +20^{0}С, абсолютний максимум +38^{0}С. Тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря меншою або рівною 0^{0}С складає 106 діб. Середньорічна температура повітря становить +7,2^{0}С.

Таблиця 4.1

Дати переходу середньодобової температури повітря

	0^{0}С	5^{0}С	10^{0}С	15^{0}С
весною через:	12.03	03.04	22.04	21.05
восени через:	27.11	31.10	09.10	11.09

Середньорічна кількість опадів 590 мм, з яких 507 мм рідкі та змішані. Максимум опадів припадає на червень - липень.

Сніговий покрив лежить на протязі 85 днів. Середня висота снігового покриву складає 20 см, максимальна – 35 см.

Глибина сезонного промерзання грунтів становить 0,9 м максимальна - 1,25м.

Домінуючий напрямок вітру – північно-західний і західний. Середня швидкість вітру в січні становить 5,8 м/с, в липні 3,8 м/с.

Кількість днів у рік з ожеледицею – 10, з туманами – 60, хуртовиною -10, поземком – 5, градом – 6, грозою – 25.

4.3 Розрахунок дорожнього одягу (тип 1)

4.3.1 Вихідні дані

Дорожньо-клімптична зана – II;

Технічна категорія дороги – II;

Перспективна інтенсивність руху 3715 авт/добу, на одну смугу – 3715·0,7=2600 авт/добу;

Середній склад транспортного потоку по типам автомобілів: легкові – 46%, вантажні: ГАЗ-66-01 – 8%; ГАЗ-53А, ГАЗ-93А, ЗИЛ-130, ЗИЛ-555 – 15%; МАЗ-200, МАЗ-500А, КамАЗ-5320, КамАЗ-5410 – 18%; автобуси: ЛАЗ-697Н; ЛАЗ-672; ЛАЗ-699Н – 13%.

Грунт земляного полотна – суглинок важкий пилуватий, суглинок з домішками органічних речовин, глина пилувата напівтверда;

Місцеві будівельні матеріали – пісок крупний середньої щільності;

Рівень залягання ґрунтових вод – 1,0-2,0 м;

Розрахунковий автомобіл – група А.

4.3.2 Конструювання та розрахунок дорожнього одягу

Інтенсивність руху по маркам автомобілів, авт/добу:

ГАЗ-66-01 – 2600·0,08=208;

ГАЗ-53А – 2600·0,10=260;

ЗИЛ-130 – 2600·0,05=130;

МАЗ-500А – 2600·0,08=208;

КамАЗ-5320 – 2600·0,04=104;

КамАЗ-5410 – 2600·0,06=156;

ЛАЗ-699Н – 2600·0,13=338

Всього – 1404

Встановлюю найбільше статичне навантаження на одиничну вісь кожної марки автомобіля. По отриманим даним знаходжу коефіцієнти приведення до розрахункового автомобіля групи А (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Коефіцієнти приведення до розрахункового автомобіля

Марка автомобіля	Коефіцієнт приведення	К-сть розрахункових автомобілей
ГАЗ-66-01	0,01	208·0,01=2,08
ГАЗ-53А	0,08	260·0,08=20,8
ЗИЛ-130	0,20	130·0,20=26
МАЗ-500А	1,04	208·1,04=216,32
КамАЗ-5320	0,27	104·0,27=28,08
КамАЗ-5410	0,27	156·0,27=42,12
ЛАЗ-699Н	0,4	338·0,4=135,2

Розрахункова приведена інтенсивність руху складає $N_P = 471$ авт/добу.

Виходячи з експлуатаційних вимог, наявності та вартості окремих матеріалів, умов їх транспортування, а також наявності техніки, назначаю слідуючу конструкцію дорожнього одягу:

Потрібний коефіцієнт міцності дорожнього одягу, що проектується, відповідає рівню надійності: K_H =0,90, $K_{ЗСВ}$ =0,94.

Нормативна вологість $\overline{W} = 0{,}65W_T$, розрахункова вологість складає:

$$W_P = \overline{W}(1 + t v_m) \qquad (4.\ 1)$$

Таблиця 4.3

Конструкція дорожнього одягу

п/п	Матеріал	Розрахунок		
		E, МПа	T, МПа	R, МПа
	щебенево-мастичний асфальтобетон (ЩМА-15) з модифікатором та ПАР товщиною 4 см;	3200	700	4500
	гарячий щільний крупнозернистий асфальтобетон I марки типу Б з ПАР товщиною 7 см;	3200	700	4500
	гарячий пористий крупнозернистий асфальтобетон марки I товщиною 7 см;	2000	550	2800
	щебенево-піщана суміш С-5 оброблена цементом 4% марки 40 товщиною 14 см;	400	400	400
	щебенево - піщана суміш С-5 товщиною 17 см;	350	350	350
	відвальний доменний шлаковий щебінь, товщину потрібно визначити.	200		

де $\overline{W}$ – середня багатолітня вологість гранта в межах активної зони, долі від W_T (межа текучості);

$v_m = \frac{\sigma_W}{\overline{W}}$ – коефіцієнт варіації. σ_W – середньоквадратичне відхилення відносно середнього значення вологості гранта, отримане по даним багаторічних (більше 12 років) спостережень;

t – коефіцієнт нормованого відхилення, що приймається в залежності від заданого рівня проектної надійності.

$W_P = 0{,}67(1 + 1{,}32 \cdot 0{,}09) W_T = 0{,}75 W_T$

При розрахунковій вологості $0{,}73\,W_T$ знаходжу нормативне та розрахункове значення динамічного модуля пружності:

$$E_{ГР} = \overline{E}_{ГР}(1 - tv_E) \tag{4.2}$$

де $\overline{E}_{ГР}$ – середнє багаторічне значення модуля пружності гранта(т. .. 5.10, т.. 103 [3]);

v_E – коефіцієнт варіації модуля пружності грунту(т. .. 5.11, т.. 103 [3]).

$E_{ГР} = 34(1 - 1{,}32 \cdot 0{,}07) = 30{,}86$ Мпа

За т. .. 5.10, т.. 103 [3] кут внутрішнього тертя $\varphi_{ГР}$=13°, зчеплення $\overline{C}_{ГР}$=0,017 Мпа.

Розрахункову величину зчеплення визначаю за формулою:

$$C_{ГР} = \overline{C}_{ГР}(1 - tv_{C_{ГР}}) \tag{4.3}$$

де $\overline{C}_{ГР}$ – середнє багаторічне значення питомого зчеплення гранта;

$v_{C_{ГР}}$ – коефіцієнт варіації зчеплення гранта, що приймається рівним 0,15.

$C_{ГР} = 0{,}017(1 - 1{,}32 \cdot 0{,}15) = 0{,}014$ МПа

4.3.2.1 Розрахунок по допустимому пружному прогину:

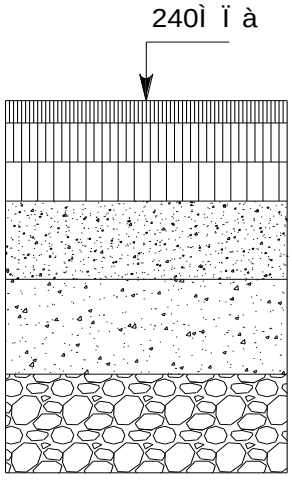


Рис. 4.1 Потрібний модуль пружності

1) еквівалентний модуль пружності в основі шару щебенево-мастичного асфальтобетону (ЩМА-15) з модифікатором та ПАР:

$$E_{заг} = E_{потр} K_{ПР} = 240 \cdot 0{,}94 = 225{,}6 \text{ МПа;} \quad (4.\ 4)$$

$$\frac{E_{заг}}{E_1} = \frac{225{,}6}{3200} = 0{,}09; \quad \frac{h_1}{D_Д} = \frac{4}{37} = 0{,}11; \quad (4.\ 5)$$

По номограмі знаходжу:

$\frac{E'_{заг}}{E_1} = 0{,}085$, звідси $E'_{заг} = 3400 \cdot 0{,}085 = 289$ МПа;

2) еквівалентний модуль пружності в основі шару гарячого щільного крупнозернистого асфальтобетону І марки типу Б з ПАР:

$$\frac{E'_{заг}}{E_2} = \frac{289}{3200} = 0{,}085; \quad \frac{h_2}{D_Д} = \frac{7}{37} = 0{,}19;$$

По номограмі знаходжу:

$\frac{E''_{заг}}{E_2} = 0{,}06$, звідси $E''_{заг} = 3400 \cdot 0{,}06 = 208$ МПа;

3) еквівалентний модуль пружності в основі шару гарячого пористого крупнозернистого асфальтобетону марки І:

$$\frac{E''_{заг}}{E_3} = \frac{208}{2000} = 0{,}08; \quad \frac{h_3}{D_Д} = \frac{7}{37} = 0{,}19;$$

По номограмі знаходжу:

$\frac{E'''_{заг}}{E_3} = 0{,}05$, звідси $E'''_{заг} = 2600 \cdot 0{,}05 = 132$ МПа;

4) еквівалентний модуль пружності в основі шару щебенево-піщаної суміші С-5 обробленої цементом 4% марки 40:

$$\frac{E'''_{заг}}{E_4} = \frac{132}{400} = 0{,}33; \quad \frac{h_4}{D_Д} = \frac{14}{37} = 0{,}38;$$

По номограмі знаходжу:

$\frac{E''''_{заг}}{E_4} = 0{,}245$, звідси $E'''_{заг} = 400 \cdot 0{,}245 = 98$ МПа;

5) еквівалентний модуль пружності в основі шару щебенево-піщаної суміші С-5:

$$\frac{E^{////}_{заг}}{E_5} = \frac{98}{350} = 0{,}28; \quad \frac{h_5}{D_Д} = \frac{17}{37} = 0{,}46;$$

По номограмі знаходжу:

$\frac{E^{/////}_{заг}}{E_5} = 0{,}165$, звідси $E^{/////}_{заг} = 350 \cdot 0{,}165 = 58$ МПа;

6) встановлюю товщину шару із відвального доменного шлакового щебеню:

$$\frac{E^{////}_{заг}}{E_5} = \frac{58}{200} = 0{,}29; \quad \frac{E_{ГР}}{E_6} = \frac{30{,}86}{200} = 0{,}154$$

По номограмі знаходжу:

$\frac{h_6}{D_Д} = 0{,}48$, звідси $h_6 = 37 \cdot 0{,}48 = 18$ см.

Загальна товщина дорожнього покриття складає:

$h_{Д.О.} = 4 + 7 + 7 + 14 + 17 + 18 = 67$ см.

Результати розрахунків наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4.

Результати розрахунків дорожніх одягів

Шар	Матеріал шару	, МПа	, см		$E_{заг}$, МПа
Перший	щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА-15) з модифікатором та ПАР	200		,11	289
Другий	гарячий щільний крупнозернистий асфальтобетон І марки типу Б з ПАР	200		,19	208
Третій	гарячий пористий крупнозернистий асфальтобетон марки І	000		,19	132
Четвертий	щебенево-піщана суміш С-5 оброблена цементом 4% марки 40	00	4	,38	98
П’ятий	щебенево - піщана суміш С-5	50	7	,46	58
Шостий	відвальний доменний шлаковий щебінь	00	8	,48	

4.3.2.2 Розрахунок по зсуву в підстилаючому грунті

1) середній модуль в підстилаю чому грунті:

$$E_{СР} = \frac{3200\cdot 4 + 3200\cdot 7 + 2000\cdot 7 + 400\cdot 14 + 350\cdot 17 + 200\cdot 18}{4+7+7+14+17+18} = 960{,}45 \text{ МПа};$$

2) знаходжу відношення:

$$\frac{E_{СР}}{E_{ГР}} = \frac{960{,}45}{30{,}86} = 31{,}12, \quad \frac{h_{Д.О.}}{D_Д} = \frac{67}{37} = 1{,}81 \qquad (4.6)$$

3) для цих відношень та $\varphi_{ГР}$=13° по монограмі знаходжу, що $\frac{\tau_{АМ}}{p}$=0,009, звідси активна напруга зсуву від рухомого навантаження:

$$\tau_{АМ} = 0{,}009\cdot 0{,}6 = 0{,}005 \text{ МПа}; \qquad (4.7)$$

4) активне напруження зсуву в грунті від ваги верхніх шарів одягу по номограмі:

$\tau_{AB} = 0{,}001$ МПа;

5) повне напруження зсуву складає:

$$T = \tau_{AM} + \tau_{AB} = 0{,}005 + 0{,}001 = 0{,}006 \text{ МПа;} \quad (4.8)$$

6) допустиме активне напруження зсуву в грунті:

$$T_{ДОП} = K_1 K_2 K_3 C_{ГР} \quad (4.9)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує зниження опору гранта під агресивною дією рухомих навантажень. При розрахунку на дію короткочасних навантажень приймають K_1=0,6;

K_2 – коефіцієнт запаса на неоднорідність роботи конструкції, пов'язаний з неврахуванням несприятливих природних умов, з технологічними та іншими причинами; вплив цих факторів підвищується зі збільшенням інтенсивності руху. Згідно з графіком K_2 =0,88;

K_3 – коефіцієнт, що враховує особливості роботи гранта в конструкції, пов'язані зі збільшенням фактичного зчеплення в грунті за рахунок защемлення. Введенням коефіцієнта K_3 також враховують різницю реальних умов сполучення шарів на контакті від прийнятих при будівництві монограми. В залежності від виду гранта земляного полотна K_3 =1,5.

$C_{ГР}$ – зчеплення в грунті активної зони земляного полотна в розрахунковий період, МПа.

$T_{ДОП} = 0{,}6 \cdot 0{,}88 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}014 = 0{,}011$ МПа;

7) коефіцієнт міцності:

$$K_{МІЦ} = \frac{T_{ДОП}}{T} = \frac{0{,}011}{0{,}006} = 1{,}83. \quad (4.10)$$

Умова міцності по зсуву вважається виконаною, якщо:

$$K_{МІЦ} \geq K_{ЗСВ}, \quad 1{,}83 \geq 0{,}94 \quad (4.11)$$

Таким чином, умова по зсуву в грунті земляного полотна забезпечена.

4.4 Розрахунок дорожнього одягу на морозостійкість

Умова міцності дорожнього одягу на морозостійкість:

$$(l_{пуч} + l_{МЗ}) \le l_{ДОП} \qquad (4.12)$$

де $l_{пуч}$ – розрахункове пучення гранта земляного полотна;

$l_{МЗ}$ – розрахункове пучення матеріалам морозозахисного шару, якщо шар представлений недостатньо морозостійкими матеріалами;

$l_{ДОП}$ – допустима величина зимового пучення покриття; $l_{ДОП}$=4 см.

Величину пучення визначаю по номограмі по таких вихідних даних: z – глибина промерзання, см; z_1 – загальна товщина шарів зі стабільних матеріалів, см; Н – необхідне підвищення конструкції над розрахунковим рівнем ґрунтових вод; В – комплексна характеристика властивостей грунтів; α_0 – кліматичний показник.

За вихідними даними: z=1,25 м; z_1=0,67 м; Н=1,5 м. Та за табличними даними: В=4,0 см²/добу; α_0=35.

Згідно з вище зазначеними даними:

$$\frac{z_1}{z} = \frac{67}{125} = 0{,}536, \quad \frac{z}{H} = \frac{125}{150} = 0{,}83, \qquad (4.13)$$

По номограмі: $\frac{l_{пуч}\alpha_0}{Bz} = 0{,}3$, звідси: $l_{пуч} = \frac{0{,}3Bz}{\alpha_0} = \frac{0{,}27 \cdot 4{,}0 \cdot 125}{35} = 3{,}86$ см

З умови відомо, що $l_{ДОП}$=4 см. Таким чином $l_{пуч} < l_{ДОП}$, що свідчить про морозостійкість дорожнього одягу.

4.5 Інші типи дорожнього одягу

Також прийняті додаткові типи дорожнього одягу для посилення існуючого дорожнього одягу та укріплення узбіч:

Тип 2 – посилення існуючого дорожнього одягу**.**

- верхній та нижній шар покриття із асфальтобетону товщ. 11 см, як по типу 1, з вирівнюючим шаром із дрібнозернистого асфальтобетону середньою товщиною 5,1 см по існуючому дорожньому одягу.

Тип 3 – укріплення узбіччя .

- покриття із щебенево-мастичного асфальтобетону (ЩМА-15) по [4] з модифікатором і ПАР товщ. 4 см на основі із щебенево-піщаної суміші С-5 обробленої цементом 4% марки 40 по [6] товщ. 14 см на присипному узбіччі із ЩПС С-5 товщ. 32 см та підстилаючому шарі із відвального доменного шлаку товщ. 20 см.

Тип 4 – на примиканнях за радіусами заокруглення.

Двошарове асфальтобетонне покриття товщиною 12 см на двошаровій основі із ЩПС С-5 в верхній частині (12 см) укріпленій цементом 4 % товщиною 27 см на підстилаючому шарі із доменного відвального шлакового щебеню згідно [6] товщиною 20 см.

Тип 5 – посилення існуючого дорожнього одягу на примиканнях.

Асфальтобетонне покриття товщиною 5 см на вирівнюючому шарі з дрібнозернистого асфальтобетону марки І типу Б по існуючому дорожньому одягу.

Тип 6 – на посадковому майданчику.

Одношарове асфальтобетонне покриття з щільного дрібнозернистого асфальтобетону ІІ марки типу Б по товщиною 3 см на основі із фракціонованого щебеню по товщиною 12 см.

Тип 7 – на проїздах під мостом на поймі річки Ревуха.

Покриття із фракційного щебеню товщ 18 см.

Тип місцевості за зволоженням проектної ділянки автомобільної дороги є переважно четвертим і першим.

РОЗДІЛ 5
ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

Асфальтобетонні шари покриття широко використовуються на дорогах I-IV категорій, їх міцність визначає міцність всього дорожнього одягу в цілому, а рівність і шорсткість – забезпечує рух автомобілів з розрахунковою швидкістю, безпеку і комфортність.

Асфальтовий бетон має структуру коагуляційного типу, властивості якої залежать від вмісту і властивостей органічного в'яжучого і мінерального порошку – найбільш дрібнозернистої частини мінеральної суміші.

Технологічний процес виготовлення асфальтобетонної суміші відбувається на асфальтобетонних заводах (АБЗ) стаціонарного або пересувного типів, шляхом рівномірного розподілу в'яжучого на суміш кам'яного матеріалу (щебеню), піску і мінерального порошку. Це забезпечує однорідність структури асфальтового бетону, забезпечує максимальну міцність коагуляцій них зв'язків вірним вибором в'яжучого і температурного режиму приготування, укладання і ущільнення суміші та забезпечує максимальне насичення зв'язками за рахунок ущільнення.

В залежності від температури приготування асфальтобетонні суміші і асфальтовий бетон поділяються на гарячий, що готується на в'язких бітумах БНД 90/130, БНД 60/90 при температурі 150-170 ^{o}C і холодні, які виготовляються на рідких бітумах класів СГ і МГ та укладаються при температурі суміші від 5 до 30 ^{o}C. Не потребують ущільнення, але мають меншу міцність у порівнянні з гарячими сумішами.

За розміром мінеральних зерен поділяються на: крупнозернисті (до 40 м), середньозернисті (до 20 мм), дрібнозернисті (10-15 мм) і піщані (3-5 мм).

Найбільше розповсюдження для улаштування верхнього шару покриття має дрібнозернистий асфальтобетон тип «Б» та «В».

Взагалі, фізико-механічні властивості асфальтового бетону повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-119-2003.

В останні роки в Україні широко використовується щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА), фізико-механічні властивості якого повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-127:2006 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетони щебеневол мастикові.

В залежності від крупності мінеральних зерен розрізняють: ЩМА-5. ЩМА-10, ЩМА-15 і ЩМА-20.

Використовується для улаштування верхнього шару як покриття з високим опором навантаженню від шипованих шин великовагових автомобілів.

Технологічний процес укладання асфальтобетонних покриттів складається із слідуючих основних операцій: приготування асфальтобетонної суміші на АБЗ, доставка суміші, підготовка основи, укладання асфальтобетонної суміші. ущільнення шару.

Асфальтобетонну суміш до місця робіт доставляють автомобілями-самоскидами. Дальність транспортування повинна бути такою, щоб температура на місці укладання була не нижче 140 ^{o}C для гарячих сумішей. Необхідно враховувати, що суміш охолоджується тим повільніше, чим більша її маса в кузові автомобіля-самоскида. Тому використання великовантажних автомобілів дозволяє збільшити дальність доставки суміші, зменшити кількість перестановок пересувних АБЗ і витрати на їх монтаж і демонтаж. Собівартість перевезень також зменшується.

Асфальтобетонні шари необхідно укладати на суху, чисту і рівну основу, тому що зволожена чи забруднена основа не забезпечує зчеплення з шаром асфальтобетону, що різко знижує міцність шарів дорожнього одягу, виникненню зсувних деформацій і зменшенню довговічності.

Вологу основу висушують розігрівачами. Очистку від пилу і бруду виконують металевими щітками поливомийних машин, або стиснутим повітрям пересувного компресора.

Перед укладанням суміші проводять попередню розбивку, яка повинна забезпечити необхідну товщину і ширину покриття, прямолінійність крайок. Встановлюють упорні бруски або укладають канати.

Початкова товщина шару в пухкому тілі при укладанні асфальтоукладальником призначається на 15-20 % більше проектної товщини для гарячих сумішей. Для забезпечення кращого зчеплення шарів основи і покриття перед улаштуванням суміші за 2-3 години виконують так звану підгрунтовку – розлив рідкого бітуму марки СГ або МГ чи бітумної емульсії у кількості 0,5-1,0 л/м^2.

Укладання асфальтобетонної суміші виконують самохідними укладальниками, які забезпечують товщину шару від 5 до 10 см із завданим поперечним похилом, як правило, одразу на всю ширину покриття і попередньо ущільнюють шар. Ущільнюючий вплив укладальників незначний і дорівнює 3-5 проходам легкого котка.При одночасній роботі двох або більше асфальтоукладальників випередження одного з них щодо іншого на суміжних смугах повинно бути в межах 10-30 м.

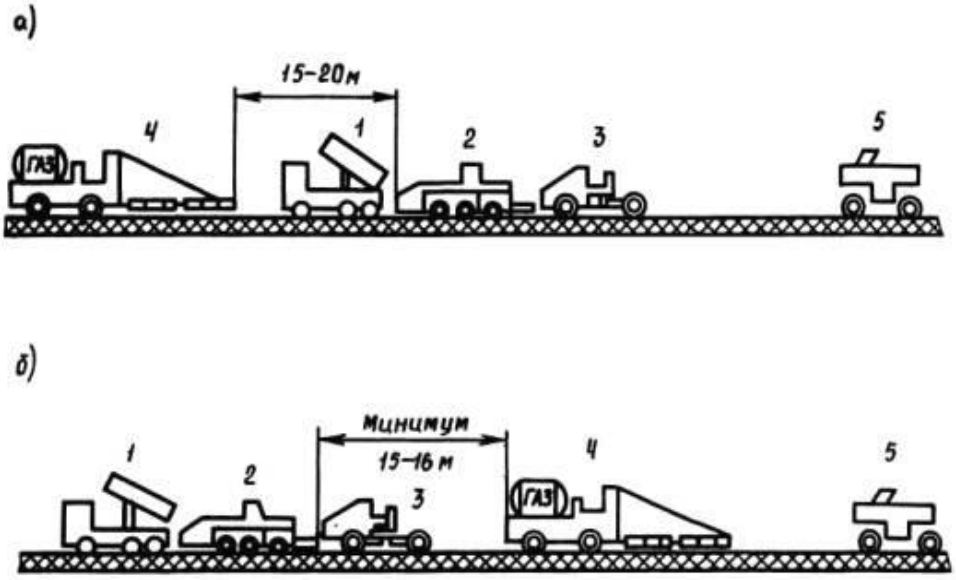


Рис. 5.1 Технологічний процес укладання асфальтобетонної суміші, асфальтоукладача *Volvo ABG7820*

Технологічний процес роботи асфальтоукладача *Volvo ABG7820* полягає в наступному. Безперервно рухаючись вперед, асфальтоукладальник завантажується на ходу асфальтобетонною сумішшю з автомобіля-самоскида. З бункера асфальтобетонна суміш двома скребковими живильниками подається до шнека, який рівномірно розподіляє її по ширині укладання смуги більш товстим шаром, ніж це необхідно для остаточної обробки. Товщину шару суміші регулюють за допомогою регулювальних гвинтів, піднімаючи або опускаючи ними робочі органи. Обробляють покриття вигладжувальною плитою, яку перед початком робіт прогрівають за допомогою встановленої на ній форсунки. Виконавши роботи на одній смузі, асфальтоукладальник переходить на суміжну.

Ущільнення асфальтобетонних покрить є однією з найвідповідальніших операцій. Воно забезпечує монолітність та міцність шару.

Ущільнення гарячих сумішей слід розпочинати безпосередньо після їх укладання, дотримуючи при цьому температурний режим 120-160°С. При вистиганні суміші укатка стає малоефективна або неможлива. Тому проміжок часу між укладкою та ущільненням суміші має бути таким, щоб не сталося надмірного вистигання суміші. Ущільнення асфальтобетонної суміші проводиться в два етапи. Перший етап ущільнення називають прикаткою; другий етап – укаткою.

На першому етапі ущільнення використовують легкі жорсткобарабанні катки або катки на пневматичних шинах. Переключення передач в межах ділянки, що укочується не рекомендується. Це пов’язано з тим, що при переключенні передач швидкість катка зменшується, а ущільнююча дія збільшується, що призводить до появи на поверхні шару поглиблень та нерівностей.

Перші проходи віброкотків виконуються з вимкненими вібраторами для запобігання зсувів суміші та утворення нерівностей.

Робочі швидкості катків при ущільненні не повинні перевищувати 2-3 км/год. При великих швидкостях спостерігається розхитування катка, збільшу-

ється його динамічний вплив на суміш і виникають нерівності. Ущільнююча дія катків при збільшенні швидкості зменшується. При використанні катків на пневматичних шинах швидкість катка можна збільшити до 5 км/год. Внаслідок великої площі контакту пневмошини з шаром час дії катка на ґрунт продовжує залишатися значним і зменшення ущільнюючої дії не спостерігається. В той же час продуктивність укатки зростає.

Укатка повинна забезпечити рівномірну щільність суміші по всій довжині. Для цього при наступних проходах слід катка повинен перекривати попередні проходи. Це перекриття не повинне бути великим, так як при цьому знижується продуктивність укатки і збільшується неоднорідність шару по міцності та щільності. Тому розроблюються спеціальні схеми укатки, які забезпечують мінімальне перекриття та рівномірне ущільнення шару.

Укатка починається від краю покриття для створення опори з щільної суміші для наступних проходів, які поступово зміщуються до осі дороги.

Укатка повинна забезпечити створення шару потрібної рівності. Для цього ефективно використовувати трьохвальцеві катки типу „тандем", які зменшують нерівності покриття.

Робота по влаштуванні транспортної розв'язки вчасно може бути виконана за умови продовження виконання будівельних робіт у зимовий період року з дотриманням певних технологій. При зовнішній середньодобовій температурі повітря нижче 5°С і мінімальній добовій температурі нижче 0°С необхідно вживати спеціальних заходів по витримці покладеного бетону й розчину в конструкціях і спорудах, які бетонуються на відкритому повітрі. Спосіб витримування бетону при зимовому бетонуванні повинен бути встановлений у ПВР на підставі техніко-економічного порівняння способів для конкретних умов.

Бетон може бути витриманий такими способами:

- екзотермічним - забезпечення самообігріву всього обсягу покладеного бетону;

- у тепляках, які обігріваються, оболонках або в інших подібних конструкціях, що обгороджують;
- комбінованим - включає методи активного прогріву покладеного бетону з наступним витримуванням, який носить назву «термоса».

Після бетонування буронабивних паль виконуються роботи з накриття торця палі теплозахисним укриттям або матами.

Наступне бетонування ростверків у котловані відбувається з використанням теплозахисного тенту. До укладання бетону арматурний каркас і опалубка прогріваються до 10-15°С калориферами.

Монолітне тіло опор бетонується з використанням теплозахисних укриттів, які встановлюють на всю висоту опори. Арматурний каркас і опалубка попередньо прогріваються калориферами до температури 10-15°С.

5.1 Перелік робіт при капітальному ремонті автомобільної дороги

При капітальномуу ремонті ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі необхідно виконати такий перелік робіт:

1. Освоєння території та підготовчі роботи.

1.1 Знімання та обвалування рослинного ґрунту;

1.2 Розбирання існуючих штучних покриттів, споруд та інженерних комунікацій.

2. Геодезичні та розбивочні роботи

2.1 Розбивання ділянки дороги;

2.2 Розбивання осей дороги;

2.3 Розбивання пікетажних та плюсових точок у плані та по висоті.

3. Земляні роботи

3.1 Підготовка основи під насип;

3.2 Пошарове відсипання та ущільнення;

3.3 Улаштування корита штучних покриттів;

3.4 Підготовка поверхні розробленої виїмки.

4. Штучні основи

4.1 Оздоблення поверхні корита штучних покриттів;

4.2 Улаштування основ із кам'яних матеріалів;

4.3 Улаштування геотекстилю;

4.4 Улаштування укріплення для корита;

5. Агротехнічні роботи та благоустрій

5.1 Відновлення рослинного грунту;

5.2 Огляд робіт по благоустрою ділянки;

5.3 Внесення міндобрив;

5.4 Висівання насіння травосуміші.

РОЗДІЛ 6
СИСТЕМА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

6.1 Загальні положеня по проектуванню системи водовідведення ділянки автомобільної дороги «Бородянка-Пилиповичі»

Приплив води до земляного полотна автомобільної дороги формується поверхневим стоком.

Поверхневий стік – це стік води по поверхні землі. Внаслідок випадання дощів формується зливовий стік. Стік талих вод утворюється внаслідок танення снігу і льодовиків.

Нормальне функціонування автомобільної дороги потребує відведення води від дороги. Для цього на даній ділянці дороги споруджується водопропускна труба. Розмір отвору водопропускної труби визначається на підставі гідрологічного розрахунку.

В основу теорії стоку зливових вод з малих басейнів покладено залежність максимальних витрат Q від площі басейну F та інтенсивності випадання опадів a.

Головний чинник, який визначає величину і характер стоку, є водозбірний басейн. Розрізняють геометричні і фізико-механічні характеристики басейну.

До фізико-географічних характеристик басейну належать географічне положення і рельєф. За географічним положенням басейн відносять до певного зливового району.

6.2 Проектування водопропускної труби

Проектування водопропускної труби складається з наступних етапів:

-встановлення вихідних даних для проектування;

- визначення розрахункової витрати;
- підбір отвору типової труби;
- знаходження мінімальної висоти насипу біля труби;
- встановлення довжини труби;
- визначення укріплення труби.

Ймовірність перевищення паводку для труби на дорозі І-б категорії становить 1%.

Інтенсивність дощу тривалістю 1 година складає 1,09 мм/хв..

Площа водозбірного басейну (знаходиться за допомогою палетки з квадратами), F = 1,35 км^2,

Визначення розрахункових витрат :

$$Q_{1\%\,ЗЛ} = 16,7\, a_ч K_t \alpha_р F\, \varphi\, K_ф \qquad (6.1)$$

K_t – коефіцієнт переходу від інтенсивності зливи на протязі години до інтенсивності зливи розрахункової тривалості : K_t = 2,31;

α_P – коефіцієнт втрати стоку = 0,67;

φ – коефіцієнт редукції = 0,58.

Максимальна зливова витрата:

$$Q_{1\%\,ЗЛ} = 16,7x1,09x2,31x0,67x1,35x0,58x0,88 = 16,56 \text{ м}^3/\text{с}$$

Загальний об'єм стоку зливових вод:

$$W = \frac{6000 \cdot \left(a_ч \cdot \alpha_P F \varphi\right)}{\sqrt{K_t}} \qquad (6.2)$$

$$W = \frac{6000 \cdot (1,09 \cdot 0,67 \cdot 1,35 \cdot 0,58)}{\sqrt{2,31}} = 15417,7 \text{ м}^3$$

Максимальні витрати від талих вод визначаємо за формулою:

$$Q_{р\%\,СН} = 0,28\, a_m F\, \varphi\, \rho\, r\, \lambda_P \qquad (6.3)$$

a_m – максимальна інтенсивність водовіддачі, a_m = 6,8 мм/год;

φ – коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати : $\varphi = f(\tau, n_2)$

τ – тривалість добігання максимальної витрати,

$$\tau = \frac{L}{V} = \alpha H^{1/3} \quad (6.4)$$

V – швидкість добігання максимальної витрати, км/добу;

α – коефіцієнт форми русла і шорсткості його дна та стінок, α = 8 км/добу;

Н – висота падіння яру від водорозділу до розрахункового створу , Н =3 м;

$$\tau = \frac{2,7}{8 \cdot 3^{1/3}} = 0,23 \text{ доби}$$

$$N_2 = \frac{\tau}{t_c} = \frac{0,23}{3,6} = 0,064$$

t_c – тривалість водовіддачі від танення снігу, t_c = 3,6 доби (карта);

ρ – коефіцієнт врахування впливу лісистості, заболоченості та неодночасності сніготанення в окремих частинах басейну, знаходиться за формулою :

$$\rho = \frac{(t_c + \tau)}{(m \cdot t_c + \tau + t_н)} \quad (6.5)$$

$t_н$ – тривалість неодночасності водовіддачі. Для водозборів з площею ≤ 500-600 км^2, $t_н$ = 0;

$$m = 1 + \frac{a \cdot f_л}{F} + \frac{f_б}{F} \quad (6.6)$$

$$m = 1 + \frac{0,85 \cdot 0}{1,35} + \frac{0,01}{1,35} = 1 + 0,01 = 1,01$$

$f_л$, $f_б$ – площі, зайняті лісом та болотом в розрахунковому басейні; $f_л$=0 км^2 (карта), $f_б$ = 0,01 км^2.

r – коефіцієнт врахування регулюючого впливу ставків і водосховищ. Для розрахункової витрати з ВП = 1% r = 1.

Λ_P – перехідний коефіцієнт від максимальних витрат 1% - ої забезпеченості $Q_{1\%}$ до інших забезпеченостей $Q_{p\%}$. Приймається по таблиці : Для $Q_{1\%}$ λ = 1.

Розрахункова витрата від талих вод

$Q_{1\% СН}$ =0,28 a_m F φ ρ r λ_P = 0,28x6,5x1,35x0,91x0,7x1x1 = 1,08 м^3/с.

Об'єм талого стоку розрахункової забезпеченості :

$$W_{1\%} = A_P F 10^3 (м^3) \quad (6.7)$$

A_P – шар талого стоку розрахункової забезпеченості : $A_P = h_P K_{T3} \eta$

K_{T3} – співвідношення об'єму талого стоку до річного 3% - ної забезпеченості $K_{T3} = 0,71$;

η - перехідний коефіцієнт від об'єму талого стоку 3%-ної забезпеченості до об'єму стоку розрахункової забезпеченості $W_{1\%}$. Приймається по таблиці залежно від району, $\eta = 1,09$;

h_P – середньорічний шар стоку розрахункової забезпеченості :

$h_P = h_O K_p$;

h_O – середній річний шар стоку = 64 мм ;

Максимальна зливова витрата більша за максимальну витрату від талих вод, $Q_{1\% ЗЛ} \geq Q_{1\% СН}$. Пропустити зливову витрату $Q_{1\% ЗЛ} = 16,56 \sim 17$ м^3/с може кругла безнапірна труба діаметром 1,5 м з глибиною води перед нею Н = 2,36 м та швидкістю течії на виході з труби V = 3,2 м/с.

Умови водозбірного басейну перед трубою дозволяють створити ставок, тому подальший розрахунок ведемо з врахуванням акумуляції води перед трубою з метою зменшення її отвору.

Співвідношення для І відрізку прямої акумуляції :

$$0,62Q_Л = 0,62x16,56 = 10,27 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$\frac{W}{\alpha} = \frac{15417,7}{588,7} = 26,19$$

Співвідношення для 2-го відрізку прямої акумуляції :

$$Q_Л = 16,56 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$0,7\frac{W}{\alpha} = 0,7.\frac{15417,7}{588,7} = 18,33$$

На графіку пропускної спроможності наносимо І та 2-й відрізки прямої акумуляції та визначаємо витрату з врахуванням акумуляції і підпір води перед трубами :

$$d_1 = 1,5 \text{ м}; \quad Q_a = 3,0 \text{ м}^3/\text{с}; \qquad H^3 = 6,5 \text{ м}; \quad H = 1,75 \text{ м}$$

Встановлюємо режим роботи труб :

d_1 = 1,5 м; H / $h_{ВХ}$ = 1,75 / 1,5 = 1,16 < 1,2 - безнапірний режим

$h_{ВХ}$ – висота вхідної ланки труби

Приймаємо трубу d_1 = 1,5 м з пропускною спроможністю $Q_P = Q_a$ = 3.0 $м^3/с$,з глибиною води перед трубою Н = 1,75 м.

Встановлюємо швидкість течії на виході з труби:

$$V_{ВИХ} = 0{,}85 \sqrt{q \cdot H} \qquad (6.8)$$

$$V_{ВИХ} = 0{,}85 \sqrt{9{,}81 \cdot 1{,}75} = 3{,}52 \text{ м/с}$$

Знаходження найменшої висоти насипу біля труби

$$H_{min} = h_{тр} + \delta + \Delta \qquad (6.9)$$

$$H_{min} = 1{,}5 + 0{,}17 + 0{,}7 = 2{,}37 \text{ м},$$

Де δ - товщина ланки труби = 0,17 м;

Δ - товщина засипки труби біля вхідного оголовка; приймається = 0,7 м,

при $h_{ДО}$ < 1,5 м.

Знаходження довжини труби

Довжина труби залежить від висоти насипу, яку приймають рівній робочій відмітці поздовжнього профілю на трубі.

$$L = \frac{0{,}5B - 1{,}5 + 1{,}75 \cdot (H_{нас} - h_{тр})}{1 + 1{,}75 \cdot i_c} \cdot n \cdot \frac{1}{\sin \alpha} \qquad (6.10)$$

В –ширина земляного полотна, В=16 м ;

n – товщина стінки оголовка, становить 0,35 м ;

α - кут між осями дороги і труби, $\alpha = 90^0$.

$$L = \frac{0{,}5 \cdot 16 - 1{,}5 + 2{,}37 \cdot (3{,}6 - 1{,}45)}{1 + 1{,}75 \cdot 0{,}014} \cdot 0{,}35 \cdot 1 = 11{,}56 м.$$

Повна довжина труби з оголовками:

$$L_{тр} = L + 2M \qquad (6.11)$$

$$L_{тр} = 11{,}56 + 2 \cdot 2{,}27 = 16{,}1 \text{ м}$$

М – довжина оголовків = 2,27 м , для труби d = 1,5 м;

Швидкість потоку при розтіканні за трубою:

$V = 1{,}5$м/с; $V_{ВИХ} = 1{,}5 \times 3{,}76 = 5{,}64$ м/с

Приймаємо укріплення бетонними плитами.

Конструкція водопропускної труби наведена на рис. 6.1.

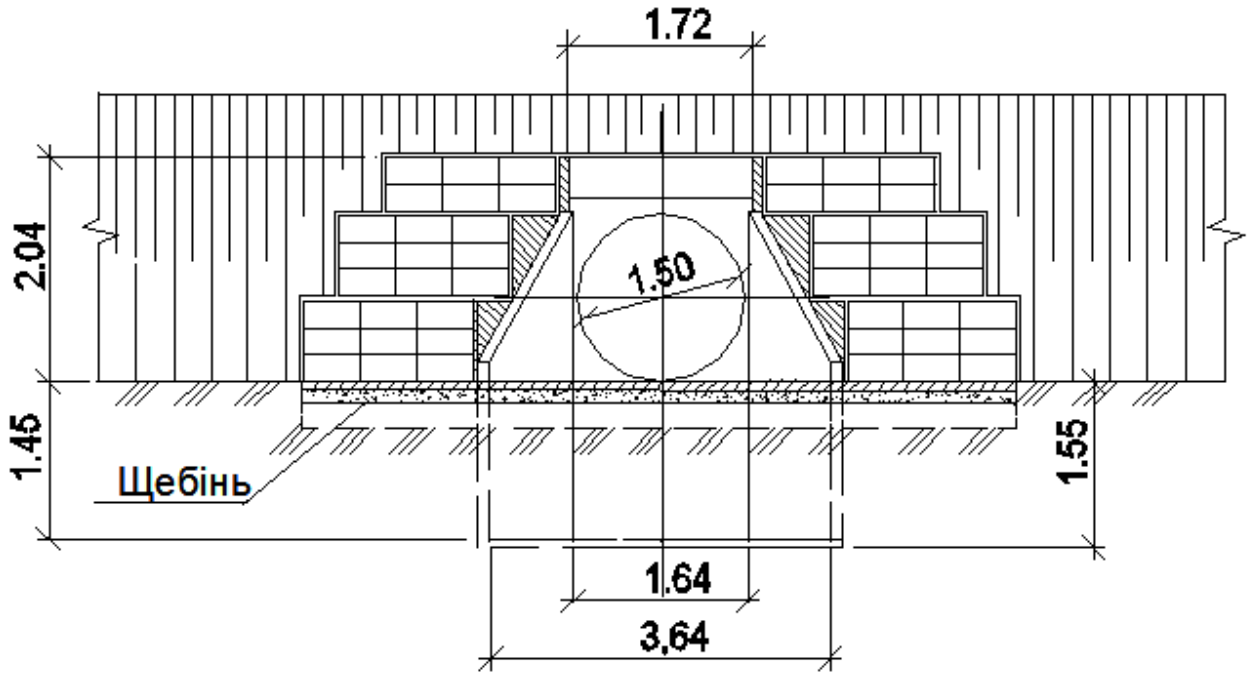


Рис. 6.1 Конструкція водопропускної труби

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при будівництві автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі

При виконанні робіт слід керуватися вимогами, іншими відомчими інструкціями, рекомендаціями по безпечних методах виконання робіт, протипожежної та електричної безпеки, виробничої безпеки, виробничої санітарії та охорони праці працюючих в будівництві.

Усі види будівництва і ремонту автомобільних доріг можна виконувати тільки за наявності проектів організації будівництва і виконання робіт робочих креслень, що затверджені в установленому порядку.

Згідно з Законом України “Про охорону праці, усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи проходять інструктаж (навчання) з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки в разі виникнення аварії згідно з типовим положенням, затвердженим Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеного небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні проходити попереднє спеціальне навчання і один раз на рік перевірку знань відповідних нормативних актів про охорону праці. Перелік таких робіт затверджується Державним комітетом України з нагляду за охороною праці. Посадові особи, згідно з переліком, затвердженим Державним комітетом з нагляду за охороною праці, до початку виконання своїх обов’язків і періодично один раз на три роки проходять у встановленому порядку навчання, а також перевірку знань з охорони праці в органах галузевого або регіонального управління охороною праці за участю
представників органу державного нагляду та профспілок. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктажу і перевірки знань з охорони праці,

забороняється. У разі незадовільних знань працівники повинні пройти повторні навчання. На прохання працівника проводиться повторний інструктаж.

Повітряні лінії зв'язку і електропередач, кабельні лінії, трубопроводи та інші комунікації і споруди переносяться у відповідності до вимог.

Перенесення чи перебудову, комунікацій повинні здійснювати спеціалізовані організації.

При проведенні підготовчих робіт найбільш потенційно небезпечними є роботи, що пов'язані з вирубкою дерев придорожньої посадки, роботою кущорізів, викорчовування пеньків і розпушуванням грунту.

До початку вирубування дерев звалювальники повинні підготувати інструмент і пристрої (клини, вила, багри, мотузки, блоки) що забезпечують безпеку робіт.

Для повалення лісу в зимовий час необхідно заздалегідь ущільнити сніг навкруги дерев, що валяються і протоптати доріжки під кутом 450 (від дерева) довжиною 4 – 5 м для забезпечення швидкого відходу від дерева в момент його падіння.

Рубання дерев діаметром понад 300 мм необхідно виконувати тільки шляхом підпилювання або підрубування з наступним спилюванням.

Підпилювання або підрубування допускається тільки з тієї сторони, в яку намічено повалення дерева, але не з двох чи декількох сторін. Глибина підпилювання або підрубування рівних дерев повинна складати не менше 1/4 товщини колію.

Дерева, що мають нахил, звалюють у бік їх нахилу. Щоб уникнути сколу при падінні дерева, підрубку треба робити глибиною не менше 1/3 товщини стовбура.

У початковий момент падіння дерева звалювальник і його помічник повинні відійти на 4 – 5 м заздалегідь підготовленими доріжками.

Забороняється рубання дерев при вітрі силою понад 3 бали (5 м/с), а також у нічний час і при видимості менше 50 м.

Для попередження обривів проводів зв’язку і ліній електропередач падаючим деревом, необхідно за допомогою тросу або мотузкових відтяжок (не менше двох) відтягти дерево вбік від проводів. Відтяжки прикріплюються до дерева до початку підрубування.

Перед початком роботи кущоріза необхідно переконатися у справності машини, звернути особливу увагу на кріплення навісного устаткування до трактора, надійність і міцність огорож, які захистять машиніста від ударів деревами, що ним зрізаються і стан кріплення ножів.

Обсяг роботи кущоріза має бути заздалегідь очищений від каменів, пеньків а також дерев, діаметр яких на лінії зрізу перевищує 200 мм.

Кріплення канатів на пеньку, який корчують та анкерному має бути надійним, для цього на пеньках роблять зарубки достатньої глибини.

Діаметр канату для корчування пеньків повинен бути 16 – 20 мм при діаметрі пеньків до 350 мм і 35 мм при діаметрі пеньків 350 – 500 мм.

Усі працюючі, безпосередньо не пов’язані з управлінням лебідкою, повинні відійти від канату на відстань, не меншу ніж відстань від пенька, який корчують.

7.2 Технічні та організаційні заходи та засоби для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Земляні роботи по спорудженню земляного полотна виконуються відповідно до затверджених ПОБ і ПВР, а також технічних карт з урахуванням вимог. Розробляти грунт поблизу електрокабелів, що знаходяться під напругою, дозволяється тільки вручну, лопатами без різких ударів.

При випадковому виявленні підземних споруд роботи припиняються до з’ясування характеру цих споруд і відновлюються після отримання дозволу від організацій, що експлуатують ці комунікації.

В місцях проведення робіт, де потенційно можлива поява газів, що повинно відбитися в ПВР, працюючих забезпечують протигазами та індикаторами.

Якщо гази виявляється несподівано, то роботу негайно припиняють, а працюючих відводять на безпечну відстань.

Перед початком робіт по зведенню земляного полотна необхідно забезпечити відведення поверхневих вод відповідно до проекту.

При розбиранні виїмок з уступами ширина останніх повинна бути не менше 2,5 м.

Забороняється встановлення та рух будівельного транспорту, прокладка рейкових шляхів, розміщення лебідок, тощо в межах призми обвалення грунту незакріпленої виїмки.

Рух автомобілів – самоскидів заднім ходом до місця навантаження і вивантаження грунту дозволяється на відстань не більше 50 м і повинен супроводжуватися коротким переривчастим звуковим сигналом.

При вивантаженні грунту з автомобіля – самоскида на насип відстань від осі його заднього колеса до бровки природного укосу насипу повинна бути не менше 2 м, а відстань від бровки до зовнішнього колеса машини, що рухається по насипу - не менше 1,0 м.

Очищати підняті кузови автомобілів – самоскидів слід скребками або лопатами з подовженим держаком, що створює безпечні умови для робітника у небезпечній зоні.

При розвантаженні грунту робітники повинні знаходитися в зоні видимості водія, але не ближче5 м до місця відсипання грунту.

Для опускання і пересування працюючих по поверхні укосів і конусів необхідно застосувати дерев’яні трапи з поручневою огорожею і переносні трапи підмостки. Забороняється приступами до укріплювальних робіт на вологій або мерзлій поверхні укосу.

При оздоблювальних роботах, які виконуються екскаватором – планувальником, працюючим забороняється знаходитися в зоні дії машини, нижче по укосу і біля підошви по фронту робіт плюс 15 м по обидва боки.

При зміцненні укосів земляного полотна гідропосівом трав усі працюючі виводяться з зони дії гідро посіву.

Вимоги безпеки праці при влаштуванні покриттів, що пов’язані з використанням дорожньо – будівельної техніки (грейдерів, асфальтоукладчиків, гудронаторів та ін.) .

До початку робіт по влаштуванню і рекомендації дорожніх покриттів необхідно:

- встановити безпечну зону для дорожніх робітників;
- скласти схему заїзду і виїзду з зони робіт автомобілів – самоскидів.

Технічні засоби організації дорожнього руху встановлюють організації, що виконують ці роботи.

Під час укладки розподільником щебеню в основу дорожнього покриття на насипах забороняється під’їжджати до бровки земляного полотна ближче 10 м.

При виконанні робіт дорожні робітники та інші особи повинні, по можливості, знаходитися з повітряного боку від працюючих машин (авто бітумовозів, авто гудронаторів, грунтозмішувальних машин, дорожніх фрез).

При розвантаженні асфальтобетонної суміші в бункер асфальтоукладчика треба дотримуватися таких заходів безпеки:

- самоскиди, що доставили суміш, спиняють за вказівкою бригадира по осі смуги проїзної частини, на відстані 4 – 5 м від укладеної суміші. Після повної зупинки самоскида, робітник вимірює температуру суміші не піднімаючись у кузов;
- подавати автомобіль – самоскид на розвантаження дозволяється тільки по сигналу машиніста асфальтоукладача;
- перед початком руху заднім ходом водій автомобіля зобов’язаний подати звуковий сигнал;
- при вивантаженні суміші з автомобіля в бункер працюючим треба знаходитися не ближче 1 м.

При роботі асфальтоукладчиків і котків забороняється.

- знаходитися стороннім особам у зоні дії робочих органів;
- ходити на майданчику управління до повної зупинки машини;

- регулювати роботу ущільнювальних органів;
- залишати без нагляду машини з працюючим двигуном;
- ремонтувати шнеки, живильники та інші механізми.

При укладанні чорних і асфальтобетонних сумішей робітники повинні бути одягнуті у спецодяг, спецвзуття для роботи з гарячими матеріалами і сумішами та мати рукавиці, що передбачені галузевими нормами.

Дорожні робітники при укладанні асфальтобетонних, чорних покриттів і основ повинні зверху спецодягу одягати яскраві сигнальні жилети.

При роботі з асфальтобетонного сумішшю, що містить поверхнево – активні речовини та активатори, необхідно користуватися герметичними окулярами і універсальними респіраторами.

Роботи по використанню нітрофарб під час нанесення ліній на дорожці покриття виконують робітники в комбінезонах, гумових рукавицях, захисних окулярах і респіраторах. Усі працюючі з фарбою мають бути проінструктовані про властивості матеріалів і безпечні прийоми праці.

У бригаді, що виконує роботи по фарбуванню смуг розмітки, має бути аптечка для надання першої медичної допомоги.

Під час роботи дорожніх машин забороняється:

- *знаходитися стороннім особам у зоні дії машини, а також на її площадці управління, рамі, робочих органах, кожухах;*
- *сходити з площадки управління і заходити на неї під час руху;*
- *відчіпляти причіпну машину до повної зупинки тягача;*
- *оглядати колеса і вилучати предмети, що застрягли між покришками ,під час руху.*

Під час руху дорожніх машин (за винятками машин на базі автомобільного шасі) на підйом і спуск треба уникати переключення передач. Забороняється рух і робота на укосах і косогорах із крутизною більше допустимого кута для даного типу машин. Рух дорожніх машин на спусках необхідно вести на першій передачі і при необхідності пригальмовувати.

При влаштуванні насипу відстань від краю гусениці (колеса) до бровки земляного полотна повинна бути не менше 1 м.

Причепи (напівпричепи) повинні використовуватися з тим тягачем, що вказаний в паспорті причепа.

При роботі в нічний час самохідні і причепні агрегати повинні бути обладнані:

- *лобовим і загальним освітленням, що забезпечує достатню видимість шляху, по якому переміщується машина чи агрегат, видимість фронту робіт і прилеглих до нього ділянок на відстані не менше 10 м;*
- *освітлення робочих органів і механізмів управління;*
- *заднім сигнальним світлом;*
- *аварійним освітленням.*

Виробничі підприємства та будівельні майданчики повинні бути обладнанні відповідно до вимог санітарних норм на проектування промислових підприємств. Новозбудовані виробничі підприємства й будинки (бази, заводи, гаражі, майстерні, тощо) не можуть бути пущені в експлуатацію без безпосереднього висновку інспекції районної санітарно – епідеміологічної служби, органів охорони здоров'я.

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

- *захисними окулярами з силікатним склом – для захисту органів зору від уламків твердих матеріалів, грубого пилу та бризок неагресивних рідин;*
- *захисними окулярами з оправою коробчатого типу – для захисту очей від бризок агресивних рідин, а також при обробці металу, дерева, в разі роботи з піском і цементом;*
- *захисними окулярами з затемненим склом - для захисту очей від сліпучо – яскравого світла дії прямих ультрафіолетових і ультрачервоних променів;*
- *протишумовими навушниками – для захисту органів слуху від дії високочастотного шуму з рівнем 110...120 д.б;*

• *віброзахисними рукавицями – для захисту рук від дії локальної вібрації під час роботи з пневмо – інструментом;*

• *віброзахисним взуттям – для захисту ніг і всього тіла в умовах підвищеної вібрації.*

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

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

Водії машин і машиністи повинні мати спецодяг, захисні окуляри і індивідуальні пакети першої методичної допомоги.

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

7.3 Забезпечення пожежної та вибухової безпеки під час капітального ремонту ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі

Основними причинами, що призводять до пожежі чи вибуху згідно є:

Несправність обладнання і порушення технологічного процесу (розгерметизація обладнання і установок, що виділяють чи вибухонебезпечні пари, гази, пил, порушення встановлених протипожежних правил у технологічному процесі і т. д.). Цього можна уникнути, якщо підвищити відповідальність інженерно-технічних робітників і обслуговуючого персоналу за якість технічного нагляду, своєчасне проведення перевірок і планово-попереджувальних ремонтів технологічного обладнання, а також за дотримання технологічного регламенту експлуатації.

Несправність і перевантаження (перенагрів) електричних пристроїв

(неправильний вибір перерізу провідників електромереж і підбір електрообладнання, електродвигунів, несправність електромережі, електрообладнання, відсутність чи несправність заземлення).

Необережна поведінка з вогнем (паління та використання відкритого вогню у заборонених місцях, залишені без нагляду електронагрівальні пристрої, перевірка витікання газу за допомогою відкритого вогню, підігрів мастил та ін.). Щоб усунути ці причини необхідно підвищувати виробничу дисципліну, встановити суровий протипожежний режим.

Порушення правил пожежної безпеки при вогненебезпечних роботах (проведення електрогазозварювальних робіт, варіння та розігрів бітуму).

Попередження утворення середовища схильного до горіння забезпечується:

–максимально можливими по умовах технології і будівництва обмежень маси чи об’єму горючих речовин і матеріалів;

–максимально використовувати негорючі і тяжкогорючі речовини і матеріали;

–періодичним очищенням території, на якій находяться горючі відходи, сміття, пил;

–підтримання безпечної концентрації у відповідності з нормами і правилами безпеки;

–ізоляція горючого середовища.

В умовах будівництва автомобільної дороги дуже ймовірним є утворення в горючому середовищі джерел загорання. Щоб цього уникнути проектом передбачено:

–область застосування і режим експлуатації машин, механізмів та іншого обладнання, матеріалів і виробів, що можуть стати джерелами загорання горючого середовища;

–застосування електрообладнання, відповідно до класу пожежонебезпеки зовнішньої установки, групи і категорії вибухонебезпечної суміші;

–влаштування громовідводу будинків, споруд і обладнання;

–обмеження максимально допустимої температури нагрівання поверхні обладнання, матеріалів, що можуть контактувати з горючим середовищем;

–застосування інструменту, що не іскриться при роботі з речовинами, що легко займаються;

–ліквідація умов для теплового, хімічного само загорання речовин, матеріалів, виробів і конструкцій;

–відстань між будівлями прийнята в залежності від категорії вогненебезпечності (в середньому не менше 10м.);

–у місцях скупчення людей передбачені спеціальні місця для куріння.

Порожню тару з-під бензину та інших легкозаймистих рідин закупорюють і зберігають на спеціально відведених площадках, віддалених від робочої зони не менше ніж на 20м.

Для попередження можливості запалення бітуму, його компоненти змішують при температурі бітуму не вище 70°С. При розбавленні бітуму його вливають у бензин, а не навпаки.

При роботі з гумобітумними мастиками потрібно слідкувати за температурою нагріву і не допускати її підвищення вище 180°С. Засипання матеріалів у котел проводять не зі сторони топки і не більше 2/3 її ємності.

Для забезпечення протипожежного захисту на об’єкті передбачено влаштування пожежних гідрантів, Їх розміщують на відстані не більше 100м. один від одного і не далі 2м. від дороги. Відстань гідрантів від будівель не менше 5м. і не більше 50м.

За пожежними гідрантами проводиться постійний догляд, що забезпечує їх справність і готовність на випадок пожежі.

Забезпечуються вільні під′їзди до пожежних гідрантів і проходи до них. Дороги всередині площадки закільцьовані і забезпечують проїзд пожежної машини. В місцях розташування ПГ встановлюються світлові указники з нанесеними буквами ПГ, цифровими значенням відстані від указника до гідранта.

Для ліквідації можливих спалахів на місці роботи встановлюються пожежні щити з набором перших засобів гасіння пожежі.

При проведенні електрозварювальних робіт може статися коротке замикання і загорання проводки, Щоб цього не сталося передбачено заземлення апарата і обмеження робочої напруги.

Зварювальні прилади і інші установки, які встановлюються на відкритому повітрі ставляться під навісом зробленим із негорючого матеріалу.

Застосування відкритого вогню при малярних роботах суворо заборонено. В місцях зберігання малярних складів встановлюється примусова вентиляція.

Крім цього організована пожежна охорона ділянки. На майданчик проведений телефон і радіозв'язок.

Проектом передбачені засоби гасіння пожежі, які повинні обмежити розміри пожежі і забезпечити його гасіння.

При цьому визначені:

–вид, кількість, розташування і утримання засобів пожежегасіння;

–джерела і засоби пожежегасіння (тимчасовий водопровід, пожежні насоси і рукави, пожежні гідранти);

–мінімально допустимий запас засобів пожежегасіння (порошкових, пінних, комбінованих);

–види, кількість, швидкість дії і продуктивність установок пожежегасіння.

Для реалізації цілей пожежегасіння передбачено застосування установок:

–водяного пожежегасіння: пожежний водопровід–пожежний гідрант–насос–пожежні рукави;

–пінного пожежегасіння–пересувні установки: з отриманням піни в повітряно-пінних стволах, якщо потрібна піна кратністю не більше 10, з одержанням піни в піногенераторах–для отримання високо кратної піни;

–гасіння пожежі газовими вогнегасними складами: установка об′ємного газового гасіння–пересувний вогнегасник CO_2 типу ІП-1М.

Вода може застосовуватись для гасіння у всіх випадках крім випадків загорання нафтопродуктів і при пожежі на електроустановках.

Двукислий вуглець повинен застосовуватись для гасіння пожежі електроустановок, що перебувають під напругою.

Повітряно-механічна піна передбачена для гасіння нафтопродуктів (ГСМ), що горять.

РОЗДІЛ 8
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1 Загальна характеристика автомобільної дороги і господарської діяльності в зоні її впливу

У відповідності з “Концепцією розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2030 року” держава всебічно сприяє формуванню і розширенню ринків транспортних послуг і підвищення якості транспортного обслуговування. Важливу роль у підвищенні якості перевезень відіграє розвиток транспортної інфраструктури загальноєвропейського значення, реалізація Програми створення та функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні. Пріоритетний розвиток має бути забезпечений дорожньому господарству, як одній з найбільш важливій і найменш розвинутій складовій транспортної системи.

Основним завданням автотранспортного будівництва має стати створення розвинутої мережі сучасних автомобільних доріг, що сприятиме стабільному соціально-економічному розвитку держави, інтеграції України до європейської спільноти, стимулюванню розвитку цілого ряду галузей промисловості, створенню нових робочих місць і вирішенню соціальних проблем, розвитку регіонів.

Діяльність дорожнього комплексу буде спрямовуватись, зокрема на вирішення завдань:

- будівництво нових та реконструкція існуючих автодоріг, які співпадають за напрямками з міжнародними транспортними коридорами, інтеграція автомобільних доріг України в міжнародну мережу;

- реалізація найбільш значимих інвестиційних проектів, спрямованих на розбудову міжнародних транспортних коридорів, ділянок автодоріг, які потребують підвищення безпеки руху, в тому числі на концесійних засадах;

- виконання ремонтних робіт на мережі автомобільних доріг загального користування, що співпадають з транзитними напрямками руху відповідно до науково-обґрунтованих нормативів;

- підвищення якості будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг до європейського рівня, екологічної безпеки, безпеки руху;

- впровадження сучасних енергозберігаючих технологій виконання ремонтно-будівельних робіт, тощо.

За експертними оцінками для виходу України на економічні показники характерні для розвинутих європейських держав на період до 2030 року необхідно забезпечити середньорічні темпи зростання ВВП в розмірі 6-8%. Це відповідно позначається і на потребах у перевезеннях.

Відповідно прогнозам очікується щорічне зростання попиту на транспортні послуги на 4-5%, обсяги перевезень вантажів до 2010 року можуть збільшитися на 27-28%, пасажирів – на 2,7%, а у перспективі до 2020 року вантажів – у 1,5-2 рази, пасажирів – у 1,3-1,5 рази.

На даний час транспортна система України не в повній мірі готова до забезпечення перевезень у таких обсягах. Внаслідок низького інвестиційного потенціалу ТДК збільшується зношення технічних засобів, погіршується їх структура, не забезпечується належна безпека руху, зростає негативний вплив діяльності транспорту на навколишнє природне середовище та здоров’я людини. Прискорення вирішення цих проблем має виключно важливе значення не тільки для транспортної галузі, а і для держави в цілому, ефективного функціонування її виробничої та соціальної сфер, яке значною мірою забезпечується стабільною і надійною роботою транспорту.

Серед основних завдань, що повинні забезпечити реалізацію Концепції, відмічені:

- забезпечення безпечного функціонування транспортно-дорожнього комплексу та зниження негативного впливу транспорту на навколишнє природне середовище;

- формування і забезпечення ефективного функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів, використання переваг географічного положення України для залучення транзитних вантажопотоків євроазіатського та інших перспективних напрямків міжнародної торгівлі; тощо. Всі запроектовані параметри дороги в плані і профілі відповідають вимогам [1]

Перелік джерел та об'єктів впливів на навколишнє середовище визначений Завданням на розробку матеріалів ОВНС.

Перелік джерел впливів:

- транспортні забруднення – викиди транспортних засобів: відпрацьовані гази, шум, пил, що забруднюють повітря, ґрунт і водні стоки на прилеглій території;
- зміни у природних і господарських системах внаслідок введення дороги та інженерних споруд в експлуатацію: вилучення земель, переформування рельєфу, зміни умов поверхневого та підземного стоку, зміни біосистеми і господарських угідь, існуючої інфраструктури;
- технологічні впливи під час виконання будівельних та ремонтних робіт: забруднення атмосфери, ґрунту та водойм під час роботи дорожніх машин, виробничий шум, розповсюдження пилу, тимчасове вилучення земель.

Перелік забруднюючих речовин :

альдегіди, вуглекислий газ, вуглеводневі сполуки, оксид вуглецю, оксиди азоту, кадмій, свинець, сірчаний ангідрид, солі, нафтопродукти, сажа, пил, акустичне та електромагнітне забруднення, вібрація.

Перелік компонентів навколишнього середовища, на яких оцінюються впливи:

- природні: повітря (гази, пил, шум, мікроклімат), вода (поверхневий стік, ґрунтові води), земля, ґрунт (стабільність ґрунтових мас, опір ерозії, родючість), біосистеми (рослини і тварини суші та водного середовища, сільськогос-

подарське виробництво);

- соціально-економічні: умови проживання населення (санітарні, економічні), землекористування (житло, сільське господарство, ліс, рекреація, дачне господарство), розміщення підприємств, інфраструктура, пам'ятники історії і культури, об'єкти природно-заповідного фонду, естетика ландшафту.

Під час проведення будівельних робіт передбачається знесення зелених насаджень (захисних придорожніх смуг) обабіч дороги практично по всій довжині ділянки реконструкції. Лісосмуги представлені листяними породами (клен, акація, дуб, граб), які розташовані на відстані 3-5 м від існуючої дороги, висота дерев від 10 до 15 м, у два-три ряди, відстань між деревами від 2-3 до 5 м. Буде знято родючий шар ґрунту на площі 190 га.

Після завершення будівельних робіт землі тимчасового відведення рекультивуються. На узбіччях виконується насадження нових лісосмуг по всій довжині ділянки площею 1,8 га та гідропосів трави площею 1,2 га. Родючий шар ґрунту після знімання використовується повторно в межах санітарно-захисної смуги для покращення родючості.

При проведенні будівельних робіт очікується додаткове навантаження на екосистеми у вигляді аерозольних викидів відпрацьованих газів працюючих механізмів, що підвищить рівні CO в повітрі на відстані 50 м від зони робіт на відкритих ділянках на 1,3-1,5 мг/м^3, NO_2 на 0,04-0,05 мг/м^3, CO на 0,6-0,8 мг/м^3, NO_2 на 0,01-0,02 мг/м^3. На цій же відстані додаткові рівні шуму становитимуть до 70 ДБа на відкритих і до 35 ДБа на залісених ділянках. Також передбачається забруднення поверхонь пилом і сажею. Скиди стічних вод, фільтраційні витоки, електромагнітне, ультразвукове, іонізуюче забруднення, тощо, не передбачається. У разі виникнення аварійних ситуацій можливе потрапляння на поверхню ґрунтового покриву та рослинність ПММ, загоряння тощо. Завдяки низьким рівням ґрунтових вод вплив на них виключається. Тверді та інші відходи виробництва, побутове та ін. сміття централізовано збирається і знешкоджується (утилізується).

Зона впливу будівництва та експлуатації автодороги складає 3000 м на відкритих ділянках, 2000 м на залісених. Захисна смуга де може бути перевищений комплексний негативний вплив на довкілля складає на момент будівництва відповідно 35 і 25 м, при експлуатації на 2023 р. відповідно 100 і 50 м. Резервно-технологічна смуга при будівництві 7 м, після введення в експлуатацію до 2 м, на 2023 р. 7-8 м.

8.2 Оцінка впливу дороги на навколишнє середовище

Під час проведення будівельних робіт при реконструкції автодороги вплив на навколишнє природне та антропогенне середовище в захисній зоні пов'язаний з:

- акустичним та ін. впливом на дику флору і фауну;
- зміною режиму площинного змиву завдяки порушенню верхнього ґрунтового горизонту і улаштуванню укосів та бокових канав;
- аерозольними надходженнями твердих, рідких та газоподібних хімічних забруднювачів на поверхні ґрунту та на рослинність;
- впливом на повітряне середовище за рахунок відпрацьованих газів, випарів, шуму та пилу від працюючих механізмів.

В межах території тимчасового відведення землі вплив пов'язаний з:

- вирубуванням зелених насаджень;
- зняттям родючого ґрунту товщиною 20 см з-під тіла нового насипу;
- розвитком вітрової ерозії завдяки порушенню дернового покриву працюючими механізмами;
- поверхневою водною (підчас опадів) ерозією внаслідок знімання верхнього шару ґрунту та змін його інженерно-геологічних властивостей;
- забруднення поверхонь ґрунту паливно-мастильними матеріалами та будівельним сміттям;
- можливим просіданням поверхні ґрунту та зсувами внаслідок механічно-

го навантаження;

- незручностями для транзитного автотранспорту та місцевих жителів.

Зміни гідрогеологічного режиму, хімічне чи теплове забруднення підземних водних об’єктів, виникнення чи активізація ендогенних геологічних, геодинамічних та фізико-геологічних процесів, впливи на культурно-історичні пам’ятки, об’єкти архітектури не передбачаються.

Після реконструкції та введення автодороги в дію при нормальних умовах експлуатації негативні впливи на навколишнє середовище обумовлені:

- атмосферними викидами забруднюючих речовин (відпрацьованих газів автотранспорту);

- акустичним впливом - за рахунок руху автотранспорту;

- забрудненням сміттям, господарсько-побутовими стоками, хімічними забруднювачами – за рахунок впливу об'єктів транспортної інфраструктури;

- зміни режиму площинного змиву завдяки існуванню насипів, укріплених укосів, бокових канав, труб тощо.

Можливі та аварійні ситуації та ДТП на автотрасі не нестимуть загрози додаткових впливів на населення та довкілля за межами захисної зони. Потенційний обережний ризик для населення оцінюється на рівні прийнятного ризику - $1^{x}10^{-5}$.

Перелік основних забруднюючих речовин: альдегіди, вуглекислий газ, вуглеводневі сполуки, оксид вуглецю, оксиди азоту, кадмій, свинець, сірчаний ангідрид, солі, нафтопродукти, сажа.

Оцінка впливів на навколишнє середовище автодороги після її реконструкції виконувалась за методикою "Екологія в дорожньому будівництві" на період до 2023 р. При цьому враховувались зміна класу, кількості смуг руху, радіусів заокруглень та довжини дороги, якості дорожнього покриття, зростання середньої швидкості руху та збільшення інтенсивності автомобілепотоку,

вирубування та створення нових насаджень узбіччі. Розрахунки виконані окремо для відкритих ділянок та для умов лісових масивів.

В таблиці 8.1 наведено вміст шкідливих речовин у повітрі.

Таблиця 8.1

Вміст шкідливих речовин у повітрі

Показники	**Відстань, м**							**Нормативи**
	20	**50**	**100**	**150**	**200**	**250**	**300**	
Вміст речовин у повітрі, мг / м^3								
Вуглецю окис	1,33	0,91	0,69	0,63	0,60	0,38	0,57	5,0
	3,24	1,87	1,12	0,92	0,82	0,76	0,73	
Азоту двоокис	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,085
	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Зміст свинцю у грунті, мг / кг	441,5	113,5	37,8	18,9	6,3	3,2	0,02	32,0
	1476,0	379,5	126,5	63,3	21,1	10,6	0,06	
Транспортний шум, ДБ'а	-	67,0	64,2	62,4	61,1	60,0	59,0	55,0
	-	71,2	68,4	66,6	65,3	64,2	63,3	
К еб	0,56	0,20	0,06	0,04	0,03	0,08	0,03	1,0
	0,84	0,60	0,15	0,07	0,05	0,03	0,03	
К кін	14,45	5,18	2,72	2,10	1,64	1,57	1,43	4,0
	47,36	13,44	5,1	3,63	2,24	1,54	1,51	
Р Т С, м	14,0							30,0
	32.0							
З С, м	112,0							300,0
	185.0							

Умовні позначення:

К еб - коефіцієнт екологічної безпеки;

К кін - комплексно – інтегрований показник;

Р Т С - резервно - технологічна смуга;

З С - захисна смуга;

У чисельнику дані за 2000 рік, у знаменнику – 2030 рік.

8.3 Заходи щодо забезпечення екологічної безпеки

Комплекс проектних рішень містить охоронні, захисні, відновлювальні та компенсаційні заходи.

В комплексі охоронних заходів передбачено проведення моніторингових спостережень на етапі підготовки робочого проекту за підтриманням нормативного стану довкілля (дотримання гранично допустимих рівнів екологічного навантаження на природне та техногенне середовище) на територіях зони впливу автодороги.

До складу захисних заходів належать технологічні (ресурсозбереження, утилізація відходів, використання екологічно дружніх технологій), планувальні (функціональне зонування, створення захисних екранів, споруд, озеленення тощо) та захист окремих об'єктів впливів. Особлива увага приділяється забезпеченню екологічно прийнятного поховання відходів та відпрацьованих матеріалів під час реконструкції автодороги.

Відновлювальні заходи полягають в усуненні наднормативних впливів та нормалізації окремих компонентів навколишнього середовища.

Компенсаційні заходи полягають у проведенні компенсацій неусувних втрат від проектованої діяльності шляхом виконання заходів по рівноцінному покращанню стану природного та соціального середовища або грошове відшкодування цих втрат.

За способом реалізації прийняті природоохоронні рішення розділяються на пасивні та активні. До пасивних віднесено:

- проектування плану та повздовжнього профілю доріг з урахуванням забезпечення безперервного дорожнього руху;

- раціональне проектування поперечного профілю земляного полотна, що забезпечує нормальний водостік та максимальне зменшення транспортного шуму тощо.

До активних рішень відносяться:

- насадження лісозахисних смуг;

- створення мінералізованих протипожежних смуг у лісах;

- створення землезахисних та водоохоронних зон необхідної ширини;

- створення очисних споруд та сміттєзбірників у районі будівництва дороги та при її експлуатації;

- забезпечення рівномірного руху транспортного потоку з швидкостями, що відповідають найменшим викидам шкідливих компонентів за допомогою автоматизованої системи управління дорожнім рухом;

- створення спеціальних пунктів контролю та регулювання токсичності автотранспортних газових викидів.

Крім того, передбачається низка захисних, компенсаційних та відновлювальних заходів:

- урахування коштів на відшкодування збитків землекористувачам окремим рядком кошторисної документації проекту;

- захист від водної та вітрової ерозії земляного полотна шляхом закріплення укосів, бокових канав, розподільної смуги засівом трав та кущів з підсипкою родючого шару товщиною 15 см та інше;

- зменшення пилоутворення шляхом закріплення узбіч асфальтобетоном, полив ґрунту при його ущільненні;

- передбачається влаштування водопропускних труб та бокових канав вздовж насипу, що забезпечує стікання дощових і талих вод без розмиву і підтоплення прилеглої території;

- для зведення верхнього шару земляного полотна використовується існуючі резерви піску, що виключає додаткове відведення земель;

- після завершення будівельних робіт землі тимчасового відводу необхідно привести до нормативного стану (рекультивація), що забезпечить їх придатність для подальшого використання;

- рух технологічного транспорту на період виконання будівельних робіт допускається лише в межах постійного та тимчасового відводу.

Дорога частково проходить поблизу лісових масивів і тому слід враховувати збільшену небезпеку загорання сухого матеріалу внаслідок викидів разом відпрацьованих газами розжарених часток твердих матеріалів, а також недбалого поводження з вогнем водіїв та пасажирів. За правилами протипожежної безпеки передбачається улаштування мінералізованих смуг на межах смуги відводу шириною 2 м з двох сторін.

Рекультивація порушених земель представляє собою комплекс інженерних заходів по технічній підготовці земель та біологічному їх освоєнні. Рекультивація роботи виконується у два етапи:

- технічний, що включає підготовку земель з метою їх наступного використання в народному господарстві.

- біологічний, що включає заходи по відновленню родючості земель, що виконуються після технічної рекультивації.

При будівництві штучних споруд на трасі автодороги передбачене виконання окремих запобіжних захисних заходів та технологічних рішень щодо попередження негативного впливу на довкілля та проведення ліквідаційних заходів по завершенні будівництва:

- водовідведення;

- довжина шляхопроводу дозволяє безперешкодну міграцію фауни;

- запроектоване спорудження шляхопроводу дозволяє в критичному місці траси зберегти природний ландшафт, не порушувати екосистеми та шляхи міграції тварин;

- для запобігання потраплянню забруднюючих речовин, мастил, фарб, будівельного сміття і т. ін. при будівництві, будівельний майданчик обваловується і облаштовується спеціальними запобіжними пристроями - уловлювачами мастил.

За результатами узагальнення даних щодо заходів по забезпеченню нормативного стану навколишнього середовища проектом передбачені наступні рішення:

- прокладення траси з використанням переважно існуючої смуги відведення;

- рух транспорту та механізмів підчас проведення будівельних робіт не допускається за межами постійного та тимчасового відводу землі;

- раціональне проектування нового поздовжнього профілю для забезпечення оптимізації руху автотранспорту, що скорочує пробіг, знижує рівні шуму, вібрації, електромагнітного та хімічного забруднення, підвищує безпеку руху;

- вдосконалення поперечного профілю земляного полотна, що забезпечуватиме нормальний водостік;

- будівництво шумозахисних екранів довжиною 2 км на ділянці км 204 км 206 з правої сторони дороги біля “Софіївки” (докладне описання буде зроблене в робочому проекті);

- будівництво біопереходу на км 215+50 (докладне описання буде зроблене в робочому проекті);

- створення землезахисних зон необхідної ширини;

- створення водо- та сміттєзбірників в зоні будівництва, дотримання режиму безпеки та охорони праці, екологічних та санітарних нормативів, у разі потрапляння ПММ на поверхню ґрунту - негайне їх видалення, забезпечення безпеки дорожнього руху в зоні будівництва згідно інструкції;

- захист від ерозії земляного полотна шляхом укріплення узбіч асфальтобетоном, щебенем та травою; укосів - посівом трави (в т.ч. – укосів водовідвідних канав) з підсипанням родючого ґрунту (з верхнього шару знятого в зоні нового насипу ґрунту) товщиною 15 см;

- влаштування водовідвідних канав з посівом трави та водовідвідних пристроїв з проїзної частини по довжині ділянки траси для забезпечення поверхневого стоку опадів та талих вод у комплексі з укріпленням укосів;

- посадка дерев цінних порід вздовж траси для зменшення акустичного, пилового та хімічного забруднення;

- вивезення викорчуваних пнів та деревини після вирубування придорожніх насаджень на ДЕД;

- засів придорожньої смуги травою для:

а) укріплення верхнього шару ґрунту, що знижує ризик розвитку водної та вітрової ерозії,

б) затримування поширення хімічного забруднення, що дозволяє знижувати концентрації Pb, NO_x, CO_x, сажі та ін. до 50%,

в) зниження пилоутворення;

- рекультивація земель тимчасового відводу після завершення реконструкції дороги, знятий зі смуги родючий шар ґрунту використовується лише для влаштування насипів і не повинен застосовуватися для рекультивації землі;

- для зменшення пилоутворення та вітрової ерозії передбачається полив ґрунту при його розробці, перевезенні та ущільненні, передбачене обезпилювання шляхів перевезення ґрунту, тимчасових об'їздів та переїздів для технологічного та транзитного транспорту;

- при будівництві передбачене використання сучасних екологічно-дружніх технологій, органічних в'яжучих матеріалів до асфальтобетону, модифікованих полімерними добавками та поверхнево-активними речовинами, та ін.

Рух механізмів та транспорту під час проведення будівельних робіт передбачається в межах постійного відводу.

Зменшення пилоутворення за рахунок зволоження грунту, під час його розробки та перевезення, обезпилювання шляхів перевезення грунту, тимчасових проїздів та об'їздів для технологічного та транзитного транспорту, укріплення поверхні укосів земляного полотна засівом трав, узбіч дороги обов'язково чорними матеріалами – в межах населених пунктів та щебенем із засівом травою –

на польових ділянках . На дорогах вищих категорій укріплення узбіччя тільки чорними матеріалами.

Улаштування укріплень водовідвідних споруд (кюветів, канав, труб), а також улаштування муло-маслоуловлювачів на ділянках викиду води у водойми.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі досліджено міцність та деформативність геосинтетичних матеріалів з улаштуванням геотекстилю при виконанні капітального ремонту ділянки автомобільної дороги Бородянка- Пилиповичі.

Уточнена роль геотекстильних матеріалів в процесі будівництва та в період експлуатації дорожніх конструкцій. Обгрунтовані мінімальні необхідні показники механічних властивостей геотекстильних матеріалів в залежності від умов їх роботи.

Розроблені рекомендації по вибору геотекстильних матеріалів при виконанні капітального ремонту ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі, що застосовуються в якості прошарків дорожніх конструкцій.

Крім армування основи насипу запропоновано також армувати асфальтобетонні покриття геотекстильним матеріалом Tensar Гластекс та двохвісною решіткою Tensar SS 30. Гластекс – це армуючий композит, котрий складається із скловолокна, що прикріплений до голкопробивного нетканого геотекстилю. Скловолокно має високий модуль на розтяг, котрий дозволяє сприймати більші навантаження при дуже малому подовженні.

Tensar Гластекс здатен сприймати постійні навантаження, що викликані морозним пученням та нерівномірними осіданнями.

В дипломній роботі розроблений план траси автомобільної дороги, що підлягає капітальному ремонту. Дорога в плані має два кути повороту.

Довжина ділянки автомомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі має довжину, що становить 5 км 400 м. Автомобільна дорога належить до II категорії.

Максимальний поздовжній ухил ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі складає: i=0,034.

Ширина проїзної частини на всіх поперечниках ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі становить 7,5 м. Ширина узбіччя складає 3,5 м.

При капітальному ремонті ділянки автомобільної дороги Бородянка-Пилиповичі необхідно виконати такий перелік робіт:

- освоєння території та підготовчі роботи.
- знімання та обвалування рослинного ґрунту;
- розбирання існуючих штучних покриттів, споруд та інженерних комунікацій.
- геодезичні та розбивочні роботи
- розбивання ділянки дороги;
- розбивання осей дороги;
- розбивання пікетажних та плюсових точок у плані та по висоті.
- земляні роботи
- підготовка основи під насип;
- пошарове відсипання та ущільнення;
- улаштування корита штучних покриттів;
- підготовка поверхні розробленої виїмки.
- штучні основи
- оздоблення поверхні корита штучних покриттів;
- улаштування основ із кам’яних матеріалів;
- улаштування геотекстилю;
- улаштування укріплення для корита;
- агротехнічні роботи та благоустрій
- відновлення рослинного грунту;
- огляд робіт по благоустрою ділянки;
- внесення міндобрив;
- висівання насіння травосуміші.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білятинський О.А. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг: підручник / О.А. Білятинський, П.П. Старовойда. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.

2. Методика комплексної оцінки будівництва та реконструкції автомобільних доріг з урахуванням соціально-економічної та екологічної ефективності М 218-02070915-630:2007 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.dorteh.com.ua/document/ perelik/.

3. Бойчук В.С. Довідник дорожника. –К.: Урожай, 2002. – 558 с.

4. Державні будівельні норми України: Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. ДБН В.2.3 – 4:2015. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 112 с.

5. Галузеві будівельні норми України: Автомобільні дороги загального користування. Капітальний ремонт. Вимоги проектування. ГБН В.2.3 – 218 – 551:2011. – К.: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2011. – 21 с.

6. Експлуатація автомобільних доріг: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки «Будівництво» / С.С. Кизима. – К.: НТУ, 2009. – 272 с.

7. Експлуатація і реконструкція мостів. За редакцією Лантуха-Лященка А.І. – Київ, 2002. – 403 с.

8. Білятинський О.А., Заворицький В.И., Старовойда В.П., Хом'як Я.В.. Проектування автомобільних доріг, частина 1. Київ «Вища школа» 1997.

9. ДСТУ Б В.2.7-119-2011 «Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови».

10. Ковальський Р.К. Зміцнення ґрунтових основ будівель та споруд методом армування: Дис. … канд. техн. наук 05.23.02 / ДНДІБК. – К., 2004. – 154 с.)

11. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності та деформованості: ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96). – [Чинний від 1997-04-01]. – К.: Держбуд України, 1997. – 102 с. – (Державний стандарт України).

12. Усиченко О.Ю. Моделі та метод розрахунку армованих геосинтетиками підпірних конструкцій автомобільних доріг: Дис. … канд. техн. наук 05.22.11 / НТУ. – К., 2004. – 175 с. 10. Федорук А.В. Вдосконалення технології армування укосів геосинтетичними матеріалами: Дис. … канд. техн. наук 05.23.08 / ОДАБА. – Одеса, 2006. – 144 с.

13. Кизима С.С. Основи експлуатації автомобільних доріг. К.: МОНУ/НТУ, 2002. – 236с.

14. Рекомендації з прогнозування міжремонтних строків служби дорожніх одягів та вибору методів їх ремонту КД 204-244-95 Київ.:НДКТІ МГ.1995.-12с.

15. ДСТУ Б В.2.1-12:2009 «Ґрунти». Метод лабораторного визначення максимальної щільності.

16. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 «Ґрунти». Метод лабораторного визначення фізичних властивостей.

17. ДСТУ Б В.2.1-19:2009 «Ґрунти». Метод лабораторного визначення гранулометричного (зернового) та мікроагрегатного складу.

18. ДСТУ Б В.2.7-135:2007 «Будівельні матеріали». Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови.

19. ДСТУ Б В.2.7-127:2006 «Будівельні матеріали». Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови.