

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА ТА ДИЗАЙНУ
Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

т.в.о. Завідувача кафедри

Пилипенко О.І.

“ _____ ” _____ 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ

«МАГІСТР»

**Тема: «Дослідження впливу стабілізації земляного полотна на загальну
стійкість конструкції дорожнього одягу»**

Виконавець: Антонюк Василь Михайлович

Керівник: Химерик Тетяна Юріївна

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

Нормоконтролер: Пилипенко Олександр Іванович

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально- науковий інститут Аеропортів

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів

Напряом 6.060101 «Будівництв»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

т.в.о. Завідувача кафедри

Пилипенко О.І.

« _____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту

Антонюк Василь Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи (проекту): **«Дослідження впливу стабілізації земляного полотна на загальну стійкість конструкції дорожнього одягу»**

затверджена наказом ректора від «02» жовтня 2020 р. №1884/ст

2. Термін виконання роботи (проекту): з 05.10.2020р. по 27.10.2020р.

3. Вихідні дані до роботи: Вихідні дані отримані під час проходження переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки: Реферат. Вступ. Характеристика району будівництва. Технологія будівництва. Економічна частина. Охорона навколишнього середовища. Висновки. Літературні джерела.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу:

План ділянки автомобільної дороги - 1. Повздовжні та поперечні профілі – 2. Охорона навколишнього середовища – 1. Економічна частина – 1. Схема організації робіт – 1. Схема організації дорожнього руху - 1

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Реферат	19.10.2020	
2	Вступ	19.10.2020	
3	Характеристика району будівництва	25.10.2020	
4	Технологія будівництва	25.10.2020	
5	Проектування поздовжнього і поперечного ухилів	05.11.2020	
6	Генеральне планування	05.11.2020	
7	Водовідведення	15.11.2020	
8	Економічна частина	15.11.2020	
9	Охорона навколишнього середовища	30.11.2020	
10	Висновки	30.11.2020	
11	Літературні джерела	30.11.2020	
12	Графічна частина	30.11.2020	
13	Оформлення документації	30.11.2020	

7. Дата видачі завдання: “ ” жовтня_2020р.

Керівник дипломної роботи _____ Химерик Т.Ю..

(підпис керівника)

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Антонюк В.М.

(підпис випускника)

(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з: 65 стор., 11 табл., 8 рис., 25 джерел

Об'єкт дослідження –технологія стабілізації ґрунтів земляного полотна з метою підвищення стійкості всієї дорожньої конструкції дорожнього одягу при проведенні робіт з капітального ремонту.

Метою роботи є:

- проведення аналітичного огляду матеріалів, які можуть бути застосовані для стабілізації ґрунтів земляного полотна;

- проведення досліджень ґрунтів та підбір оптимального складу із застосуванням стабілізаторів ґрунтових мас;

- проектування капітального ремонту ділянки автомобільної дороги за результатами виконаного обстеження;

- використати для капітального ремонту сучасні дорожньо-будівельні матеріали з урахуванням максимально можливого застосування місцевих матеріалів і відходів промисловості.

Галузь застосування – розроблені технічні документи будуть використані проектними та будівельними організаціями.

Соціальна ефективність від впровадження розробки: Улаштування транспортної дасть можливість:

- забезпечити транспортну доступність населення, що покращить мобільність, зайнятість і збільшить рівень доходів мешканців;

- поліпшити екологічну ситуацію на автомобільній дорозі Дніпро-Решетилівка, так як зниження швидкості руху автомобілей і виникнення заторів у декілька разів збільшує емісію шкідливих речовин в атмосферу, чим вкрай несприятливо впливає на довкілля.

Ключові слова – ЗЕМЛЯНЕ ПОЛОТНО, СТАБІЛІЗАЦІЯ, КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ

Зміст

Вступ	
1. НАУКОВА ЧАСТИНА	
1.1 Рекомендовані фізико-хімічні показники стабілізаторів	
1.2 Рекомендовані елементи дорожньої конструкції з ґрунтів стабілізованих, комплексно стабілізованих і комплексно укріплених	
1.3 Рекомендовані показники водно-фізичних властивостей ґрунтів, оброблених стабілізаторами для дорожнього будівництва	
1.4 Рекомендовані показники міцностних і водно-фізичних властивостей комплексно стабілізованих ґрунтів	
1.5 Рекомендовані показники фізико-механічних (міцностних) властивостей ґрунтів, укріплених в'язучими з добавками стабілізаторів	
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ	
2.1 Стан ділянки автомобільної дороги	
2.2 Інструментальне обстеження ділянки автомобільної дороги	
3. ПРОЕКТУВАННЯ	
3.1. Елементи плану автомобільних доріг	
3.2 Поперечний профіль	
4. РОЗРАХУНОК ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ	
4.1 Розрахунок конструкцій нежорсткого дорожнього одягу згідно з	

ГБН В.2.3-37641918-559	
5. ВОДОВІДВЕДЕННЯ	
5.1 Поверхнєве і підземне дорожнє водовідведення	
6. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ	
6.1 Технологія укріплення стабілізатором	
6.2 Технологія укріплення ґрунтів катіонними гідрофобізаторами	
7. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ	
7.1 Організація руху на ділянках доріг, де виконуються ремонтні роботи	
7.2 Огородження місць виконання дорожніх робіт	
8. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	
8.1 Показатели для оценки эффективности ремонтных работ	
9. ОХОРОНА ПРАЦІ	
10. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
10.1 Охорона навколишнього середовища при будівництві і реконструкції автомобільних доріг	
Загальні висновки	
Список використаної літератури	

ВСТУП

В теперішній час автомобільні дороги витримують підвищене транспортне навантаження, яке збільшується з кожним роком.

Головною функцією автомобільних доріг є забезпечення проїзду автомобілів, при чому необхідно забезпечити проїзд цілорічний, безперебійний і безпечний для всіх автомобілів, яким по ваговим параметрам і габаритам дозволено користатися дорогами, а також створювати необхідні умови для всіх учасників дорожнього руху.

Для забезпечення вказаних функцій дорожньо-експлуатаційні організації повинні систематично проводити необхідні роботи з утримання і ремонту автомобільних доріг з використанням сучасних інноваційних матеріалів, наприклад, стабілізаторів ґрунтових мас.

Значне розповсюдження за останні роки отримали методи стабілізації глинистих ґрунтів розчинами стабілізаторів на кислотній основі. Обробка стабілізаторами дозволяє збільшити модуль пружності і міцнісні характеристики глинистого ґрунту на 20-30%. Одночасно підвищується водостійкість ґрунту, а оптимальна вологість знижується на 2-4%. Характерна особливість метода - застосування розчинів стабілізаторів дуже низької концентрації. Реальні витрати стабілізаторів при будівництві 1 км конструктивного шару товщиною 20 см і шириною 8 м складає 120-200 л. Остання обставина дозволяє отримати великий економічний ефект на будівництвах, де користуються привізними кам'яними матеріалами.

Багаторічний досвід застосування цих стабілізаторів показав, що внаслідок недостатньої водостійкості і міцності оброблені зв'язні ґрунти мають обмежене застосування, а часто вимагають значних витрат на ускладнення дорожньої конструкції.

На ділянках доріг в місцях високого рівня ґрунтових вод з другим і третім типом місцевості за умовами зволоження виникає необхідність в обов'язковому улаштуванні гідроізоляційних прошарків і водонепроникних покриттів чи захисних шарів, в збільшенні водостійкості зв'язних ґрунтів, оброблених стабілізатором.

Проведені роботи показали, що позитивний ефект досягається у випадку обробки стабілізаторами лише суглинистих і глинистих ґрунтів визначеного мінералогічного складу. При цьому зниження вмісту глинистих часток до 30% значно знижує фізико-механічні властивості обробленого ґрунту. Це обмежує можливість застосування методу. В останні роки розроблені комплексні методи укріплення глинистих ґрунтів із застосуванням стабілізаторів, синтетичних смол, в'язучих матеріалів.

Застосування цих методів дозволяє значно підвищити водостійкість і міцнісні характеристики укріплених глинистих ґрунтів.

Мета роботи – вивчення технології стабілізації ґрунтів земляного полотна з метою підвищення стійкості всієї дорожньої конструкції дорожнього одягу при проведенні робіт з капітального ремонту.

Відповідно до мети в роботі поставлені такі задачі:

1. Науково обґрунтувати раціональний вибір заходів з стабілізації ґрунтів земляного полотна.
2. Визначити характеристики району проведення робіт з капітального ремонту.
3. Виконати вибір конструкції дорожнього одягу з розрахунком товщини шарів, які будуть укладені в процесі проведення робіт з капітального ремонту.
4. Визначити необхідність улаштування водовідвідних споруд з розрахунків параметрів труби для відведення води з поверхні проїзної частини дороги.

5. Провести екологічні дослідження з розробкою заходів щодо покращення умов навколишнього середовища.

6. Провести обґрунтування організації технології проведення обстеження ділянки, яка підлягає капітальному ремонту.

7. Визначення економічної ефективності виконання робіт.

1. НАУКОВА ЧАСТИНА

Грунти, оброблені стабілізаторами, поділяють на групи: стабілізовані, комплексно стабілізовані і комплексно укріплені.

Стабілізовані ґрунти отримують за технологією перемішування ґрунтів при оптимальній вологості з малими дозами стабілізаторів-активних добавок, які не є в'язучими.

Комплексно стабілізовані ґрунти отримують по тій же технології, але з використанням, окрім добавок стабілізаторів, ще і до 2% в'язучих (органчних чи мінеральних).

Комплексно укріплені ґрунти відрізняються від комплексно стабілізованих вмістом в'язучих більше 2%.

Всі різновиди ґрунтів і стабілізатори, які використовуються для їх обробки, за своїми хімічними властивостями повинні бути сумісними без залежності від виду цієї обробки і елемента дорожньої конструкції, де даний ґрунт передбачається використовувати.

Загальні умови хімічної сумісності ґрунтів і стабілізаторів слід визначати по дорожній класифікації стабілізаторів.

Після визначення виду ґрунту і вибору сумісної з ним групи стабілізаторів за їх видом (катіонні, аніонні чи універсальні), слід додатково провести лабораторні дослідження, пов'язані з тим, що при тому чи іншому виді хімічної активності реальний ґрунт може мати різний гранулометричний склад, а головне, містити різну кількість тонко-дисперсної частини (пилуваті і глинисті частки) та інших складових своєї структури.

Виконані дослідження показують, що на ефективність стабілізованих і комплексно укріплених ґрунтів, в кінцевому підсумку, впливають наступні показники природніх ґрунтів:

- вміст глинистих часток, %;
- вміст пилюватих часток, %;
- число пластичності;
- водневий показник, рН;
- вміст гумусових речовин, %;
- вміст гіпсу, %;
- вміст легкорозчинних солей: хлоридів і сульфатів, %;
- ємність обміну, мг-екв. на 100 г ґрунта.

Слід враховувати, що ступінь придатності природних ґрунтів для їх стабілізації і укріплення, яка оцінюється з позицій використання їх з максимальною функціональною ефективністю в тому чи іншому елементі дорожньої конструкції, залежить від взаємного, найбільш сприятливого, кількісного поєднання наведених вище показників.

Рекомендовані параметри цих величин, а також ступінь придатності ґрунтів до способу їх обробки (стабілізації, комплексної стабілізації і комплексного укріплення) наведені в таблиці 1.1.

Дані вимоги дозволяють, не проводячи спеціальних лабораторних робіт, провести більш повно, а відповідно і більш обґрунтовано, попередній відбір і оцінку ґрунтів на предмет доцільності їх обробки стабілізаторами і в'язучими. При чому, по кри-

теріям, які є головними як при виборі видів природних ґрунтів, так при визначенні їх властивостей для практичного застосування в різних дорожніх конструкціях.

Таблиця 1.1 Види обробки ґрунту

№	Найменування показників ґрунтів	Види обробки ґрунту, ступінь їх придатності					
		Стабілізація ґрунтів		Комплексна стабілізація ґрунтів		Комплексне укріплення ґрунтів	
		Найбільш придатні	Придатні	Найбільш придатні	Придатні	Найбільш придатні	Придатні
1	Вміст глинистих часток, %	3-12	12-15	3-15	12-25	3-25	12-30
2	Вміст пилюватих часток, %	20-50	Не менше 20	Більше 50	Більше 40	Більше 50	Більше 40
3	Число пластичності	3-12	12-17	3-17	12-20	3-20	12-22
4	Водневий показник, рН	6-8	5-10	6-8	5-10	6-8	5-10
5	Вміст гумусових речовин, %	Не більше 1	Не більше 2	Не більше 1	Не більше 2	Не більше 2	Не більше 4
6	Вміст гіпсу, %	Не більше 2	Не більше 2	Не більше 3	Не більше 3	Не більше 10	Не більше 10
7	Вміст легкорозчинних солей: хлориди, сульфати, %	Не більше 2	Не більше 2	Не більше 1	Не більше 1	Не більше 3	Не більше 3

8	Ємність обміну, мг-екв. На 100 г ґрунту	3-15	3-20	3-15	3-20	3-15	3-20
---	---	------	------	------	------	------	------

1.1 Рекомендовані фізико-хімічні показники стабілізаторів.

При підборі виду стабілізатора слід враховувати технологічні особливості ґрунто-змішувальної техніки, і спосіб внесення в шар ґрунту, який обробляється стабілізатор, що часто залежить від його фізичного стану (водний розчин чи порошок).

Одним з важливих показників ефективності підбраного стабілізатора, при всіх інших рівних характеристиках, є його іонна активність, яка визначає силу взаємодії стабілізатора з поверхнею пилувато-глинистих часток ґрунту, а відповідно, і його ефективність.

З урахуванням визначеної складності цієї характеристики існуючими методами, слід при порівнянні декількох видів стабілізаторів чи уточненні його витрати (чи концентрації розчину), орієнтуватися на здатність водного розчину стабілізатора чи обробленого стабілізатором ґрунту змінювати висоту капілярного підняття порівняно з аналогічною характеристикою, але для дистильованої води.

Чим більше буде різниця по висоті капілярного підняття порівняно з аналогічною характеристикою, але для дистильованої води, тим активніше буде досліджуваний стабілізатор. Порівняльні випробування подібного виду слід проводити на одних і тих же ґрунтах в аналогічних умовах.

В таблиці 1.2 наведені рекомендовані фізико-хімічні показники стабілізаторів.

Таблиця 1.2 - Фізико - хімічні показники стабілізаторів

Найменування показників	Величина
Щільність, кг/м ³	0,98-1,15
Водневий показник (рН)	До 10
Ступінь гідрофобізації ($B=W/W_L$) ґрунту, обробленого стабілізатором	Менше 0,2
Зниження висоти капілярного підняття води (добавкою розчинного стабілізатора) в ґрунті чи дистильованої води в стабілізованому порошковому ґрунті	Не менше ніж на 96 %

Примітка. Ступінь гідрофобізації ($B=W/W_L$) ґрунту, обробленого стабілізатором, визначається відповідно Класифікації ґрунтів за ступенем гідрофобізації, де $W=0,5W_L$ – вологість ґрунту у %; W_L – вологість на межі текучості гідрофобізованого (обробленого стабілізатором) ґрунту.

Таблиця 1.3 – Ступінь гідрофобності

Класи ґрунту	Значення $B=W/W_L$	Ступінь гідрофобізації
1	Менше 0,2	Гідрофобний
2	0,2-0,4	Добре гідрофобізований
3	0,4-0,5	Задовільно гідрофобізований
4	Більше 0,5	Недостатньо гідрофобі-

		зований
--	--	---------

1.2 Рекомендовані елементи дорожньої конструкції з ґрунтів стабілізованих, комплексно стабілізованих і комплексно укріплених

В залежності від виду обробки ґрунту стабілізаторами і в'язучими, а також елемента дорожньої конструкції слід враховувати, що фізико-механічні і водно-фізичні властивості оброблених ґрунтів повинні задовільняти вимогам, при яких забезпечується їх надійна робота в даному конструктивному елементі.

Фізико-механічні і водно-фізичні властивості слід відрізнити по наступним показникам, кожному з яких наданий індекс:

Індекс А- капілярне водонасичення;

Індекс В- ступінь гідрофобності;

Індекс С- зниження оптимальної вологості порівняно з вихідним ґрунтом), %;

Індекс D- Ступінь здиманності (відносне морозне здимання зразка)%;

Індекс Е- модуль пружності, МПа;

Індекс F- розмокаємість, %;

Індекс G —набрякання, % по об'єму;

Індекс Н- границя міцності при стиску водо насичених зразків,МПа;

Індекс К- границя міцності при розтягу при згині,МПа;

Індекс L - коефіцієнт морозостійкості.

Цифри при буквенних індексах позначають спосіб обробки ґрунту:

- 1- ґрунт, оброблений стабілізатором;
- 2- метод комплексної стабілізації;
- 3- комплексне укріплення.

Набір необхідних характеристик оброблених ґрунтів, позначених тим чи іншим індексом, та їх конкретна величина, залежать в свою чергу від конструктивного елемента (шар одягу чи земляного полотна) і виду стабілізації.

В таблиці 1.4 представлені рекомендовані типи конструктивних шарів дорожнього одягу і земляного полотна, в яких слід використовувати ґрунти, оброблені по технологіям: стабілізації, комплексної стабілізації (стабілізатор з малими (до 2%) добавками в'язучих і комплексного укріплення (стабілізатор з в'язучим в кількості більше 2%).

Пристосовно до кожного конструктивного елемента відноситься свій набір показників (індексів) властивостей, якими оброблений стабілізаторами ґрунт повинен володіти.

Приведені значення показників міцностних властивостей ґрунтів, оброблених по методу стабілізації, комплексної стабілізації (стабілізатор з малими (до 2%) добавками в'язучих і комплексного укріплення (стабілізатор з в'язучим в кількості більше 2%) отримані після 28 діб твердіння.

Таблиця 1.4

Конструктивний шар	Рекомендовані типи показників
Верхній шар основи дорожнього одягу	E3, G2, H, K, L
Нижній шар основи дорожнього одягу	A2, B2, E2, F2, G1
Робочий шар (верхня частина земля-	A1, B1, C1, D1, E1, F1

ного полотна)	
Покриття з поверхневою обробкою для доріг 5 технічної категорії	E3, F2, G2, H, K, L
Покриття з поверхневою обробкою для місцевих доріг, майданчиків, стоянок автомобілів	E3, F2, G2, H, K, L

Величина кожного показника (а також тип індекса) визначається видом обробки ґрунту стабілізатором і умовами його роботи в існуючому елементі дорожньої конструкції.

1.3 Рекомендовані показники водно-фізичних властивостей ґрунтів, оброблених стабілізаторами для дорожнього будівництва

Для відсипання робочого шару земляного полотна використовуються тільки стабільні ґрунти, тобто ґрунти, які не є чи просадними чи засоленими, чи пучинистими, чи підвищеною вологості, чи перезволоженими, а також розмокаємими, якщо використовуються ґрунти скельні.

Стабілізація ґрунтів робочого шару може надати цим ґрунтам додаткові позитивні якості і в першу чергу такі як: гідрофобність, зниження капілярного водонасичення, підвищення щільності при зниженні оптимальної вологості і розрахункової вологості при весняному відтаненні, а також дає можливість використовувати місцеві зв'язні ґрунти, за рахунок зниження до необхідних величин їх морозного здимання.

В якості основних показників, які визначають водно-фізичні властивості стабілізованих ґрунтів та враховуючих особливості їх роботи в дорожній конструкції, слід приймати наступне:

- капілярне водонасичення, %;
- ступінь гідрофобності;
- зниження оптимальної вологості, % ;
- ступінь здиманності (відносне морозне здимання зразка,%);
- розмокаємість (% по обсягу);
- модуль пружності, МПа.

Найбільш доцільна галузь практичного застосування отриманих матеріалів в дорожніх конструкціях визначається відповідно з прийнятими індексами і отриманими показниками властивостей стабілізованих ґрунтів.

Рекомендовані показники водно-фізичних властивостей ґрунтів, оброблених стабілізаторами (технологія стабілізації ґрунтів) відповідно прийнятих індексів наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Індекси	Найменування показників	ґрунти, оброблені стабілізатором
A1	Капілярне водонасичення, %	Не більше 6
B1	Ступінь гідрофобності	Не менше 0,2
C1	Зниження оптимальної вологості, % (порі-	Не менше 1 %

	вняно з вихідним ґрунтом)	
Д	Ступінь здиманності (відносне морозне здимання зразка), %	Не більше 1
F1	Розмокаємість	Менше 25 % обсягу за 24 години
E1	Модуль пружності, МПа	Не менше 80

1.4 Рекомендовані показники міцностних і водно-фізичних властивостей комплексно стабілізованих ґрунтів.

Враховуючи, що комплексно стабілізовані ґрунти містять крім стабілізаторів ще і до 2% в'язучих матеріалів, і в зв'язку з цим характеризуються більш високими показниками своїх водно-фізичних і міцностних характеристик, вони можуть бути рекомендовані до використання як в конструктивних шарах дорожніх одягів (шари ґрунтової основи), так і в ґрунтових покриттях з поверхневою обробкою доріг 5-й технічної категорії і проїздів, не виключаючи, однак, при цьому і можливості, при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні, використання цих ґрунтів і для робочого шару в дорогах вислих технічних категорій.

У випадку використання комплексно стабілізованих ґрунтів в конструкціях дорожніх одягів їх показники водно-фізичних властивостей повинні відповідати вимогам таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Індекси	Найменування показників	ґрунти, оброблені стабілізатором з додаванням
---------	-------------------------	---

		в'яжучих (від 2 % і менше)
A2	Капілярне водо насичення, %, не більше	0,5
B2	Ступінь гідрофобності, не менше	0,2
Д	Ступінь здиманності (відносне морозне здимання зразка, %)	Не більше 1
E2	Модуль упру гості, МПа, не менше	120
F2	Розмокаємість	Менше 10 % обсягу за 48 годин
G2	Набрякання, % по обсягу	Не більше 4

1.5 Рекомендовані показники фізико-механічних (міцностних) властивостей ґрунтів, укріплених в'яжучими з добавками стабілізаторів.

Комплексно укріплені ґрунти відрізняються від укріплених ґрунтів наявністю стабілізаторів, сумісних по своїм властивостям з укріпленим ґрунтом, що дозволяє надати ґрунтам, що обробляються додатково гідрофобізуючі властивості, підвищити їх морозостійкість і знизити витрати в'яжучого при збереженні високих міцнісних характеристик. Це дозволяє їх використовувати в конструктивних шарах дорожніх одягів жорстких і нежорстких типів автомобільних доріг з удосконаленим і капітальним типом покриттів.

З урахуванням існуючих вимог, які висуваються до укріплених ґрунтів, комплексно укріплені ґрунти, що містять стабілізатор і більше 2% в'яжучого за своїми міцностними показниками повинні задовольняти вимогам, наведеним в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Індекси	Найменування показників	Грунти, оброблені стабілізатором з додаванням в'язучих (від 2 % і менше)
E3	Модуль пружності, МПа, не менше	Не менше 200
G2	Набрякання, % по обсягу	Не більше 2
H3	Границя міцності при стиску водо насичених зразків, МПа	Не менше 1,0
K3	Границя міцності на розтяг при згині водо насичених зразків, МПа	Не менше 0,1
L3	Коефіцієнт морозостійкості	Не менше 0,65

В таблиці 1.8 наведені рекомендовані показники придатності ґрунтів для різних видів стабілізації і комплексного укріплення ґрунтів, рекомендовані показники водно-фізичних властивостей стабілізованих ґрунтів, показники міцностних і водно-фізичних властивостей комплексно стабілізованих ґрунтів, показники міцностних властивостей ґрунтів, укріплених в'язучими з добавками стабілізаторів. Тобто узагальнені всі види обробки ґрунтів стабілізаторами без в'язучих і в присутності в'язучих, а також запропоновані рекомендовані показники до вказаних сумішей і стабілізаторів.

Таблиця 1.8

№	Найменування рекомендованих	Значення рекомендованого показника в залежності від складу суміші (ґрунт обробле-	Індекс за типами засто-
---	-----------------------------	---	-------------------------

	показників властивостей оброблених ґрунтів	ний стабілізатором без в'язучого і разом з в'язучим)			сування ґрунтів в конструкціях дорожніх одягів
		ґрунт, оброблений стабілізатором (стабілізація)	ґрунт, оброблений стабілізатором з додаванням в'язучого не більше 2 % (комплексна стабілізація)	ґрунт, оброблений стабілізатором з додаванням в'язучого більше 2 % (комплексне укріплення)	
1	Капілярне водонасичення, %	6	6	-	A1 A2
2	Ступінь гідрофобності, не менше	0,2-0,4	0,2	-	B1 B2
3	Зниження оптимальної вологості, % (порівняно з вихідним ґрунтом), не менше	1	-	-	C3
4	Ступінь здиманості, % (відносне морозне здимання зразка)	Не більше 1	Не більше 1	-	D
5	Модуль пружності, МПа	Не менше 80	Не менше 120	Не менше 200	E1 E2 E3
6	Розмокаємість	Не менше 25 %	Менше 10 %	-	F1

	(% від обсягу)	за 24 години	за 48 годин		F2
7	Набрякання (% від обсягу)	-	Не більше 4	Не більше 2	G1 G2
8	Границя міцності на стиск, МПа	-	-	Не менше 1	H2
9	Границя міцності на розтяг при згині водо насичених зразків, не менше, МПа	-	-	Не менше 0,1	K3
10	Коефіцієнт морозостійкості	-	-	Не менше 0,65	L3

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

За погодно-кліматичними факторами та умовами зволоження ділянка автомобільної дороги знаходиться в межах III дорожньо-кліматичної зони згідно з ДБН В.2.3-4.

За кліматичними умовами роботи асфальтобетонних покриттів район проходження ділянки дороги – А-5 згідно з ДСТУ Б В.2.7-119.

Таблиця 2.1 – Дати переходу температури повітря через 0, 5, 10 та 15 °С (весна/осінь)

Метеорологічна станція	Дати переходу температури повітря через							
	весна				осінь			
	0 °С	5 °С	10 °С	15 °С	15 °С	10 °С	5 °С	0 °С
Миколаїв	23.02	19.03	11.04	03.05	28.09	18.10	17.11	23.12

Таблиця 2.2 – Кількість днів в році з максимальною температурою вище 0, 5, 15 та 30 °С

Метеорологічна станція	Кількість днів в році з максимальною температурою вище			
	0 °С	5 °С	15 °С	30 °С
Миколаїв	330	286	187	41

Таблиця 2.3 – Середня максимальна (літня) і мінімальна (зимова) температура покриття, °С

Метеорологічна станція	Середня температура покриття, °С	
	Максимальна (літня)	Мінімальна (зимова)
Миколаїв	61,2	-11,1

Категорія дороги – Іб.

Місце розташування ділянки автомобільної дороги М-14 Одеса – Мелітополь – Новоазовськ (на м. Таганрог) на ділянці км 126+000 – км 129+122, Миколаївська область зображено на рис. 2.1.

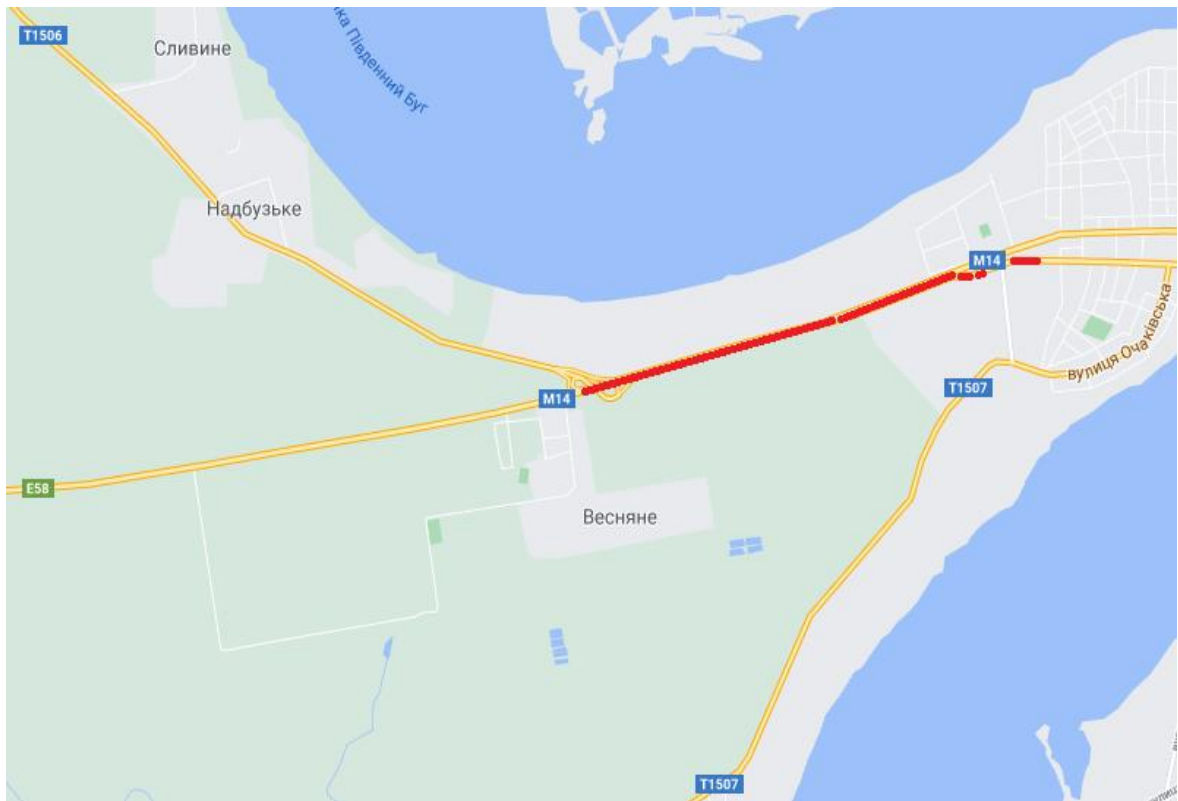


Рисунок 2.1 – Автомобільна дорога М-14 Одеса – Мелітополь – Новоазовськ (на м. Таганрог) на ділянці км 126+000 – км 129+122.

2.1 Стан ділянки автомобільної дороги

Пошкодження дорожнього одягу характеризуються ступенем його ураження тим чи іншим типом руйнувань або деформацій з врахуванням їх розповсюдження по довжині ділянки. Обстеження проводиться одночасно по двох смугах руху.

За результатами візуального обстеження встановлено, що асфальтобетонне покриття на автомобільній дорозі М-14 Одеса – Мелітополь – Новоазовськ (на м. Таганрог) на ділянці км 126+000 – км 129+122 має руйнування та деформації у вигляді викришувань, просідань, поздовжніх тріщин, поперечних тріщин, сітки тріщин та колії. Руйнування та деформації зображено на рис. 2.1 – 2.3.



Рисунок 2.1 – Руйнування дорожнього покриття у вигляді викришування



Рисунок 2.2 – Руйнування дорожнього покриття у вигляді сітки тріщин, колії та просідань



Рисунок 2.3 – Руйнування та деформації дорожнього покриття у вигляді сітки тріщин, поздовжніх тріщин та колії

2.2 Інструментальне обстеження ділянки автомобільної дороги

При проведенні інструментального обстеження ділянки автомобільної дороги виконано вимірювання модуля пружності.

Для вимірювання модуля пружності застосовується метод статичного навантаження із застосуванням штапкового обладнання «InfraTest». Штапкове обладнання (гідравлічний поршень типу LFO 16/160 №00092509 з ручним насосом LH2/09-50, № 06/06/10) з манометром 250 bar (клас точності 1,0) повірка UA/ 23/200727/001961 дійсна до 27.07.2021.

Результати розрахунку фактичних значень показника модуля пружності дорожнього одягу наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку фактичних значень показника модуля пружності

Місце положення, км+м	Пружний прогин, мм	Фактичний модуль пружності, МПа
127+000	0,39	329
128+000	0,46	279
129+000	0,43	299

За результатами вимірювання модуля пружності отримані показники, що знаходяться в межах від 279 МПа до 329 МПа.

Відповідно до даних Технічного звіту за результатами інженерно-геологічних вишукувань існуюча конструкція дорожнього одягу складається з наступних конструктивних шарів:

Місце положення км+м	Конструктивні шари існуючого дорожнього одягу	
	Лівий проїзд	Правий проїзд
126+255	Асфальтобетон – 4 см; Бетонна плита – 26 см; Щебінь, фракція 10-20 – 10 см; Пісок – 10 см; Суглинок.	Асфальтобетон – 14 см; Асфальтобетон – 5 см; Асфальтобетон – 4 см; Гравійно-піщана суміш – 4 см; Бруківка – 18 см; Пісок – 10 см; Суглинок.
*	Асфальтобетон – 7 см; Чорний щебінь – 14 см;	Асфальтобетон – 9 см; Чорний щебінь – 9 см;

127+685	Щебінь, фракція 20-40 – 19 см; Пісок – 20 см; Суглинок.	Щебінь, фракція 10-20 – 16 см; Гравійно-піщана суміш – 14 см; Бруківка – 12 см; Суглинок.
* 128+890	Асфальтобетон – 12 см; Чорний щебінь – 8 см; Щебінь, фракція 10-20 – 9 см; Гравійно-піщана суміш – 5 см; Бруківка – 18 см; Пісок – >28 см.	Асфальтобетон – 9 см; Чорний щебінь – 11 см; Щебінь, фракція 20-40 – 30 см; Пісок – 20 см; Суглинок.

* *Примітка. У зв'язку з різницею у товщині конструктивних шарів існуючої конструкції дорожнього одягу, для забезпечення вимоги щодо відмітки низу дорожнього одягу при розширенні на 5 см нижче за відмітку існуючої конструкції, в розрахунок прийняте середнє значення загальної товщини конструктивних шарів після фрезерування (повне видалення асфальтобетону, що становить 58 см.*

3. ПРОЕКТУВАННЯ

3.1. Елементи плану автомобільних доріг

Параметри геометричних елементів автомобільних доріг повинні забезпечувати безпечний і комфортний рух транспортних засобів: для одиночних автомобілів – з до-

пустимими швидкостями, для транспортного потоку – з розрахунковою забезпеченою швидкістю руху.

Автомобільні дороги повинні проектуватися для пропуску автотранспортних засобів з наступними габаритними розмірами:

- по довжині одиночних автомобілів до 12 м, автопотягів до 20 м;
- по ширині до 2,55 м,
- по висоті до 4 м.

При призначенні елементів плану і поздовжнього профіля, в якості основних параметрів слід приймати:

а) поздовжні похили - не більше 30‰;

б) відстань видимості поверхні дороги для зупинки автомобіля - не менше 450 м;

в) радіуси кривих в плані - не менше 1000 м;

г) радіуси кривих в поздовжньому профілі:

- опуклих - не менше 10 000 м;
- увігнутих - не менше 3 000 м;

д) довжини кривих в поздовжньому профілі:

- опуклих - не менше 300 м;
- увігнутих - не менше 100 м;

е) довжина кривих в плані - не менше 300 м.

Радіуси кривих в плані не повинні бути менше значень, визначених за формулами:

- мінімальний радіус кривої в плані без улаштування віража

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(\mu - i_n)},$$

де V - розрахункова швидкість, км/год;

μ - коефіцієнт поперечної сили, який приймається рівним 0,12 для всіх автомобільних доріг I категорії і 0,15 - для автомобільних доріг II-V категорії;

i_n - поперечний похил двоскатного поперечного профілю проїзної частини;

- мінімальний радіус кривої в плані з улаштуванням віража.

$$R_{\text{вс}} = \frac{V^2}{127(\mu + i_{\text{в}})},$$

де $i_{\text{в}}$ - ухил віража.

Значення радіусів кривих в плані повинні забезпечувати рівномірний режим руху, за рахунок гармонійного співвідношення між проектною швидкістю V_{85} і розрахунковою швидкістю.

Значення радіусів кривих в плані, на суміжних ділянках проекрованої дороги, повинні підбиратися таким чином, щоб значення проектної швидкості на цих ділянках відрізнялись між собою більш ніж на 10 км/год.

Необхідну з умови компенсації зсувної дії поперечної сили величину ухилу віража на кругових кривих слід визначати за формулою:

$$i_{\text{в}} = \frac{V^2}{127R} - \mu,$$

де R - радіус кривої, м;

M - коефіцієнт поперечної сили, який приймається рівним 0,12 для автомагістралей, швидкісних доріг і автомобільних доріг I категорії, і 0,15 - для решти категорій доріг.

Додатковий поздовжній ухил зовнішньої кромки проїзної частини, розраховується по формулі:

$$\Delta i_{\text{дон}} = \frac{b \cdot i_e}{l_{\text{омг}}},$$

де $\Delta i_{\text{дон}}$ - додатковий поздовжній ухил зовнішньої кромки проїзної частини;

b - ширина проїзної частини, м;

i_e - ухил віража;

$l_{\text{омг}}$ - довжина відгону віражу, м.

Додатковий поздовжній ухил зовнішньої кромки проїзної частини по відношенню до проектного поздовжнього похилу на ділянках відгону віража не повинен перевищувати для доріг:

- автомагістралей, швидкісних і автомобільних доріг I та II категорій - 5‰,
- інших категорій в рівнинній місцевості - 10‰,
- інших категорій в гірській місцевості - 20‰.

При радіусах кривих в плані 1000 м і менше необхідно передбачати поширення проїзної частини з внутрішньої сторони за рахунок узбіч, частина узбіч, що залишається, повинна бути не менше 1,0 м.

При недостатній ширині узбіч для розміщення поширення проїзної частини з до-
триманням цих умов, слід передбачати відповідне поширення земляного полотна.

Величини повного поширення проїзної частини доріг на заокругленнях слід
приймати згідно табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Радіуси кри- вих в плані, м	Величина поширення однієї смуги руху, м, для			
	Автомобілів і авто потягів з відстанню від переднього автомобілів			
	8 чи менше для	13	18	20 і більше
1000	-	-	0,20	0,30
800	-	-	0,25	0,30
600	0,20	0,25	0,25	0,30
500	0,25	0,30	0,30	0,35
400	0,25	0,30	0,35	0,45
300	0,30	0,40	0,45	0,55
200	0,40	0,50	0,60	0,85
150	0,45	0,55	0,70	1,00
100	0,55	0,65	0,80	1,50
90	0,55	0,70	1,00	1,60
80	0,60	0,75	1,15	1,75
70	0,65	1,10	1,25	2,00
60	0,70	1,40	1,50	2,50
50	0,75	1,50	1,55	3,00
40	0,90	1,75	2,00	3,50
30	1,10	2,00	2,50	4,50

При спряжінні прямих ділянок дороги з кривими в плані,
при радіусах кривих менше 2000 м чи кривих між собою слід
застосувати перехідні криви. Найменші довжини перехідних кривих
слід розраховувати за формулою

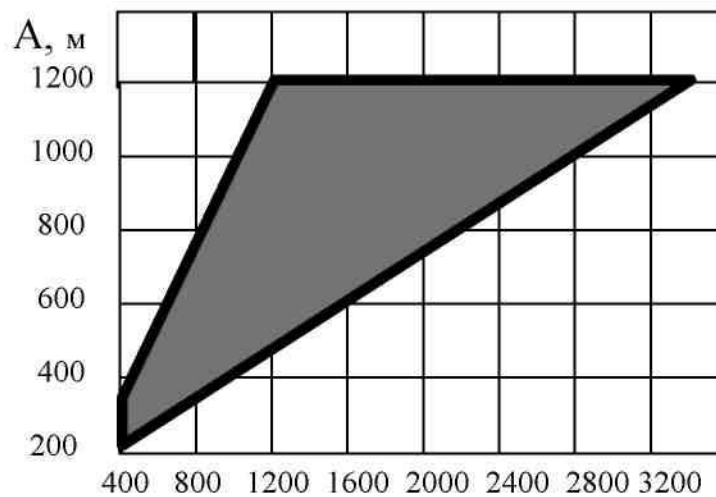
$$L \geq \frac{V^3}{47RI_{\text{дон}}},$$

де V – розрахункова швидкість, км/год;

R - радіус кругової кривої, м;

$I_{доп}$ - допустима швидкість зростання центробіжного прискорення, приймається рівною: для автомагістралей і швидкісних доріг - $0,8 \text{ м/с}^3$, для решти автомобільних доріг - $1,0 \text{ м/с}^3$.

Рекомендовані параметри перехідних кривих наведені на рис. 3.1.



Радіус кривої в плані R

Рис. 3.1. Рекомендовані параметри перехідних кривих (заштрихована область)

Довжину прямих в плані слід обмежувати. Слід обмежувати також сумарну довжину прямих, які спрягаються короткою (менше 300 м) кривою в плані. Якщо довжина кривої в плані менше 300 м, сумарна довжина двох прямих не повинна перевищувати вказані в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Категорія дороги	Гранична довжина прямої в плані, м, на місцевості
------------------	---

	равнинной	пересеченной
Автомобільні дороги I категорії	3500-5000	2000-3000
Автомобільні дороги II і III категорії	2000-3500	1500-2000
Примітка. Велика довжина прямих допустима при переважно легковому русі, менші - при вантажному.		

Радіуси суміжних кривих в плані повинні розрізнятися не більше ніж в 1,5 рази. Параметри суміжних перехідних кривих, при спряжінні кругових рекомендується призначати однаковими.

При малих кутах поворота дороги в плані (менше 7°) радіуси колових кривих рекомендується призначати в залежності від величини кута поворота.

Таблиця 3.3

Кут поворота, град	1	2	3	4	5	6	7	8
Найменший радіус Кругової кривої, м	30000	20000	10000	6000	5000	3000	2500	2500

Слід уникати короткої прямої вставки між двома кривими в плані, направленими в одну сторону. При довжині її менше 100 м, рекомендується замінити обидві криві однією кривою великого радіусу, при довжині 100-300 м рекомендується пряму вставку замінити перехідною кривою з довжиною, яка дорівнює довжині цієї прямої вставки.

3.2. Елементи поздовжнього профілю

При проектуванні поздовжнього профіля в якості основних значень радіусів кривих в поздовжньому профілі слід застосовувати: опуклих кривих - не менше 30 000 м, угнутих не менше 8 000 м.

Максимальні поздовжні похили не більше 30‰.

Мінімальні радіуси опуклих вертикальних кривих, повинні визначатися з умов, які забезпечують розрахункову відстань видимості для зупинки, для одного з двох умов:

- перша – забезпечення відстані видимості поверхні дороги,
- друга - забезпечення видимості предмета висотою 0,2 м на проїзній частині.

Відстань видимості для зупинки розраховується за формулою:

$$S_v = \frac{t_p V}{3,6} + \frac{K_3 V^2}{254(\varphi \pm i)} + \Delta,$$

де S_v - відстань видимості, м;

t_p – час реакції водія, с;

K_3 - експлуатаційний стан автомобіля;

v_p – розрахункова швидкість руху, км/год;

φ - коефіцієнт поздовжнього зчеплення;

i_0 – поздовжній похил, ‰;

Δ - відстань до перешкоди після зупинки (не менше 5 м).

Таблиця 3.4

Категорія дороги	Умова			
	Ландшафтне проектування	Безпека руху	Бокова видимість	Оцінка транспортної ситуації на дорозі
	Розрахунковий час реакції водія, с			
ІА, ІБ, ІВ, ІІ	3,0	2,5	2,0	5,0

Для частних випадків:

- для доріг 1 категорії при $V=120$ км/год, $t_p = 2,5$ с, $\varphi=0,4$, $i_0 = 0,04$ необхідна відстань видимості для забезпечення безпеки руху 260 м, те ж при $V = 100$ км/год необхідна відстань видимості 192 м;

- при $V = 72$ км/год, $t_p = 1,0$ с, $\varphi=0,4$, $i_0 = 0,04$ необхідна відстань видимості 83,6 м.

Оцінку транспортної ситуації на дорозі слід забезпечувати на підході до пересічення, до ділянки із зменшенням кількості смуг руху, з небезпекою утворення заторів, з паганою рівністю покриття, з штучними нерівностями на покритті.

Висота ока водія

Висота перешкоди

над покриттям проїзної частини

над поверхнею дороги

$h_1=1,20$ м

$h_2=0,20$ м

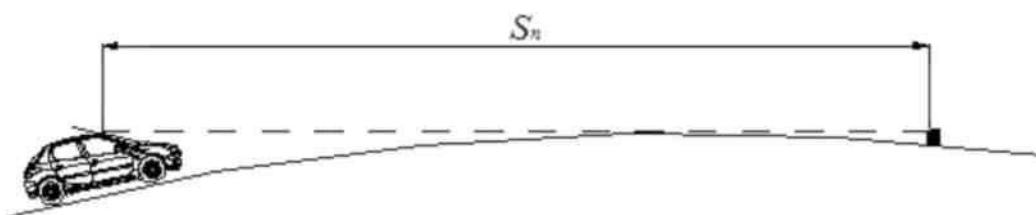


Рис. 3.2 Мінімальна відстань видимості за умовою зупинки на вершині вертикальної кривої

Мінімальний радіус опуклої вертикальної кривої по першій умові визначають за формулою:

$$R_{\text{min}} = \frac{S_n^2}{2h},$$

де S_n – розрахункова відстань видимості поверхні дороги, яка визначається відповідно розрахунковій швидкості автомобільної дороги і ділянки дороги;

h - висота ока водія над проїзною частиною дороги ($h = 1,2$ м).

Мінімальний радіус опуклої вертикальної кривої по другій умові визначають за формулою:

$$R_{\text{min}} = \frac{S_{np}^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2},$$

де S_{np} – розрахункова відстань видимості перешкоди на поверхні дороги визначається відповідно розрахунковій швидкості автомобільної дороги чи ділянки дороги;

h_1 – висота ока водія над проїзною частиною дороги ($h_1 = 1,2$ м),

h_2 – висота перешкоди над проїзною частиною ($h_2 = 0,2$ м).

Мінімальний радіус увігнутої вертикальної кривої визначається з умови забезпечення видимості поверхні дороги в світлі фар автомобіля, що рухається в темний час доби з розрахунковою швидкістю за формулою:

$$R_{\text{вд}} = \frac{S_n^2}{2(h_z + S \cdot \sin \alpha)^2}$$

де S_n - відстань видимості поверхні дороги;

h - підвищення центра фар автомобіля над поверхнею проїзної частини, для легкового автомобіля $h = 0,7$ м;

α - кут відхилення пучка світла фар, $\alpha=1$.

Висота фар автомобіля над поверхнею дороги $h_3=0,70$ м

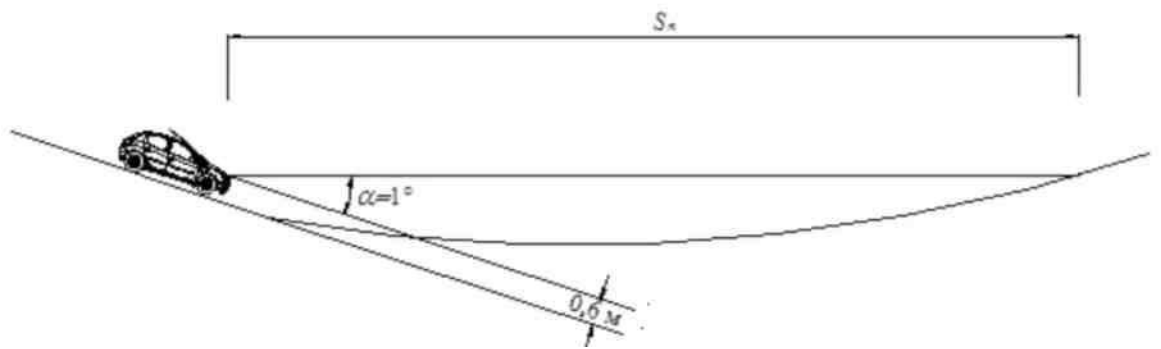


Рис. 3.3 Відстань видимості покриття проїзної частини на угнутій вертикальній кривій в світлі фар

Для кожної ділянки опуклої вертикальної кривої, з урахуванням розрахункової швидкості і середнього поздовжнього похилу, необхідно визначати відстань видимості за умовою зупинки.

Довжини прямих вставок в поздовжньому профілі слід обмежувати. Граничні значення довжини наведені в таблиці 3.5:

Таблиця 3.5 - граничні довжини прямої вставки в поздовжньому профілі

Радіус угнутої кривої в поздовжньому	Алгебраїчна різниця поздовжніх похилів, ‰						
	20	30	40	50	60	80	100
Найбільша довжина прямої вставки в поздовжньому профілі, м							
При розрахунковій швидкості 120 км/год							
1	2	3	4	5	6	7	8
4000	150	100	50	0	0	0	-
8000	360	250	200	170	140	110	-
12000	680	500	400	350	250	200	-
20000	-	-	850	700	600	550	-
25000	-	-	-	-	900	800	-
При розрахунковій швидкості 100 км/год і нижче							
2000	120	100	50	0	0	0	0
6000	550	440	320	220	140	60	0
10000	-	-	680	600	420	300	200
15000	-	-	-	-	-	800	600

При проектуванні продольного профіля, в качестве основного, рекомендується застосовувати поздовжній похил не більше 30‰. На складних ділянках найбільші поздовжні похили не повинні перевищувати значень, вказаних в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Найбільші поздовжні похили

Розрахункова швидкість, км/год	Найбільший поздовжній похил, ‰
120	40
100	50
80	60
60	70
50	80
40	90

3.3 Поперечний профіль

Поперечний профіль автомобільної дороги складається з проїзної частини і узбіч, розділювальних смуг, місцевих проїздів і доріг, призначених для руху спеціальної техніки.

Розрахункові параметри і розміри проїзної частини повинні прийматися відповідно з прийнятою категорією автомобільної дороги, яка проектується, залежить від призначення дороги, умов місцевості (рельєфа, забудови) і загальних техніко-економічних аспектів.

Вибір категорії передбачає:

- Внутрішня відповідність (однорідність) характеристик придорожніх об'єктів;
- Відповідність дороги її сприйняттю учасниками дорожнього руху.

Розміри елементів поперечного профіля проїзної частини, розділювальних смуг і узбіч автомобільних доріг, в залежності від їх категорії слід приймати по таблиці 3.7:

Таблиця 3.7 - Розміри елементів поперечного профіля проїзної частини, розділювальних смуг і узбіч автомобільних доріг

Параметри елементів доріг	Автомагіс-траль	Швидкісна	Автомобільні дороги звичайного типу, категорії		
	IA	IB	IV	II	
Загальна кількість смуг руху	4 і більше	4 і більше	4 і більше	4	2
Ширина смуги руху для вантажних автомобілів, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,75
Ширина смуги руху для легкових автомобілів, м	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Ширина крайової смуги біля узбіччя, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5
Ширина укріпленої частини узбіччя, м	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Найменша ширина ґрунтової частини узбіччя без огоро-дження	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Повна ширина узбіччя при відсутності дорожніх огоро-джень, м	2,75	2,75	2,75	2,5	2,5
Найменша ширина централь-ної Розділювальної смуги без до-	6,0	6,0	5,0	5,0	-
Найменша ширина централь-ної Розділювальної смуги з огоро-дженням по вісі дороги, м	2 м + ширина огородження			-	
Ширина крайової смуги біля розділювальної смуги, м	1,0			-	

Поперечні профілі автомобільних доріг повинні відповідати профілям, наведе-ним на рисунках 1 - 6, де:

РП – розділювальна смуга,

ПБ – крайова смуга (смуга безпеки) у розділювальної смуги,

ПЧ – проїзна частина,

КП – крайова смуга у узбіччя,

ОБ - узбіччя,

УО – укріплена частина узбіччя,

$b_{огр}$ – ширина огородження,

$b_{гр.об}$ - ширина ґрунтової частини узбіччя. Розміри геометричних елементів в мет-рах.

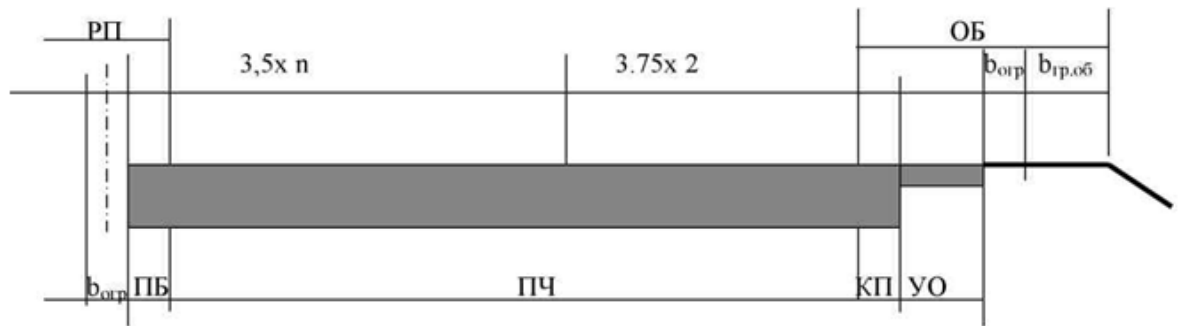


Рис. 3.4 Поперечні профілі автомобільних категорій ІА, ІБ

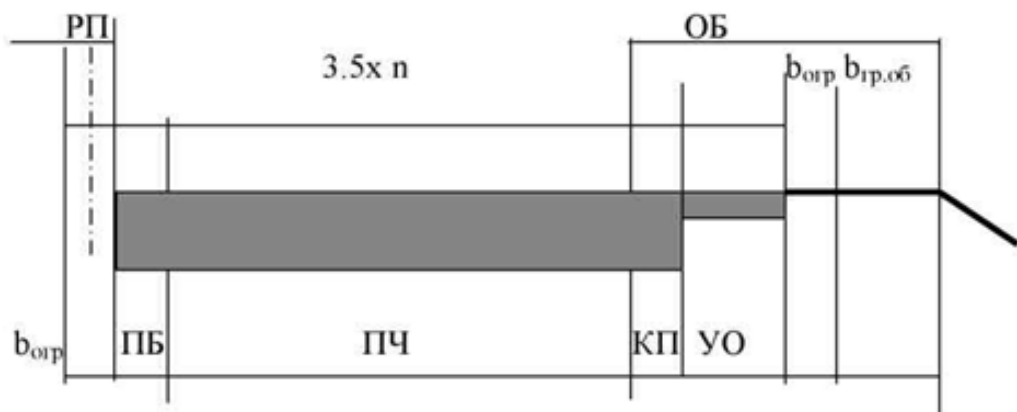


Рис. 3.5 Поперечні профілі автомобільних доріг ІІ категорії з багатосмуговою проїзною частиною

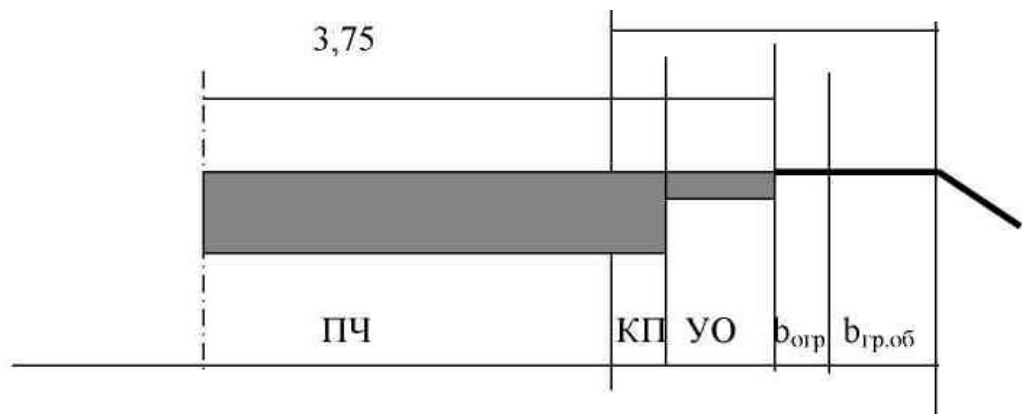


Рис. 3.6 Поперечні профілі двосмугових автомобільних доріг II категорії

Смуги безпеки у розділювальній смузі і крайові смуги біля узбіч повинні мати такий же дорожній одяг, що і проїзна частина.

Кількість смуг руху на автомагістралях, швидкісних та багатосмугових автомобільних дорогах, встановлюється в залежності від розрахункової інтенсивності руху. Кількість смуг руху на автомагістралях, швидкісних та інших багатосмугових автомобільних дорогах слід визначати за формулою 3.5 із заокругленням в більшу сторону:

$$n = \frac{N_{\text{прив}}}{zP},$$

де n – кількість смуг руху;

$N_{\text{прив}}$ - приведена до легкового автомобіля розрахункова часова інтенсивність руху в одному напрямку, авт./люд.;

z - рівень завантаження руху;

P – максимальна пропускна здатність однієї смуги руху розраховується у встановленому порядку через максимальну пропускну здатність, зосереднені значення якої наведені в таблиці 3.8:

Таблиця 3.8 – Розрахункові рівні завантаження дороги рухом

Порядок застосування	Автомагістраль	Швидкісна дорога	Автомобільна дорога				
	ІА	ІБ	ІВ	ІІ	ІІІ	ІV	V

Розрахунковий рівень завантаження	0,6	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
-----------------------------------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----

Таблиця 3.9 - Максимальна пропускна здатність однієї смуги руху автомобільних доріг

Проїзна частина, категорія дороги	Пропускна здатність смуги руху	
	максимальна, прив. авт./год	розрахункова, прив. од./год
Автомобільна дорога категорії ІА, ІБ, чотирьох і більше смугова проїзна частина з розділювальною смугою	2000	1800, 1600*
Автомобільна дорога категорії ІВ, чотирьох-смугова проїзна частина з розділювальною смугою	1600	1100
Автомобільна дорога категорії ІІ, чотирьох-смугова проїзна частина без розділювальної смуги	1500	1000
Автомобільні дороги ІІ-ІV категорії, трьох-смугова проїзна частина	1000	700
Те ж, двох смугова проїзна частина з шириною смуги руху:		
3,75 м	9000	700
3,5 м	8000	600
3,0 м	7000	500

Для забезпечення розрахункового рівня завантаження дороги рухом і забезпечення тим самим розрахункового рівня обслуговування руху, доцільно стадійний розвиток поперечного профіля дороги по мірі росту інтенсивності руху. Для цього необхідно мати епюру інтенсивності руху за весь розрахунковий період (20 років). При перевищенні розрахункового рівня завантаження дороги слід приймати рішення:

- усунення причин, які знижують пропускну здатність дороги;
- підвищення пропускної здатності пересічень;

- збільшення кількості смуг руху;
- перевод дороги в більш високу категорію.

При поперечному профілі, орієнтовані на 25-й рік експлуатації дороги, рівень завантаження дороги рухом в t-ий рік експлуатації дороги (Z_t) слід визначати через розрахунковий рівень на 20-й рік (Z_{20}) за формулою:

$$z_t = \frac{z_{20} \left(\frac{q}{100} + 1\right)^{t-1}}{\left(\frac{q}{100} + 1\right)^{19}},$$

де Z – рівень завантаження дороги рухом;

q - щорічний приріст руху, %;

t – строк, на кінець якого розраховується рівень завантаження дороги рухом, років.

90	0,55	0,70	1,00	1,60
80	0,60	0,75	1,15	1,75
70	0,65	1,10	1,25	2,00
60	0,70	1,40	1,50	2,50
50	0,75	1,50	1,55	3,00
40	0,90	1,75	2,00	3,50
30	1,10	2,00	2,50	4,50

Кромки проїзної частини слід трасувати незалежно від вісі дороги чи встановлювати їх положення, за допомогою двох складових, що спрягаються між собою квадратних парабол, у вигляді S-подібних кривих.

Довжина відгону поширення для доріг всіх груп категорій визначається за формулою:

$$L_z = V_c \cdot \sqrt{\frac{i}{3}},$$

де L_z – довжина відгону поширення, м;

i – величина поширення, м.

4. РОЗРАХУНОК ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

4.1 Розрахунок конструкцій нежорсткого дорожнього одягу згідно з ГБН В.2.3-37641918-559

Кліматичні характеристики пролягання траси, дані про дорогу, інтенсивність руху та склад транспортного потоку, розрахункове навантаження наведені в таблиці 4.1-4.4.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Кліматичні характеристики	
Дорожньо-кліматична зона	3
Підзона	У III Р.14
Схема зволоження робочого шару	1
Кількість розрахункових діб у році, діб	130

Глибина промерзання ґрунту, см	80
Дані про дорогу	
Категорія дороги	Іб
Кількість смуг руху	4
Номер розрахункової смуги	1
Тип конструкції дорожнього одягу	Капітальний
Строк служби дорожнього одягу, років	12
Коефіцієнт надійності	0,95
Основа конструкції	Визначений модуль після фрезерування
Значення виміряного модуля, МПа	179

Таблиця 4.2 – Характеристика автомобільного потоку

Склад руху	Відомий
Коефіцієнт зростання інтенсивності, частки од.	1,040
Склад потоку заданий	В автомобілях
Інтенсивність руху на перший рік служби, авт./добу	15483
Інтенсивність руху на розрахунковий рік служби, авт./добу	23826
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби, авт./добу	2010

Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на кінець останнього року служби, авт./добу	3094,95
Сумарне розрахункове число прикладень на смугу за весь термін служби, авт.	4095934
Необхідний модуль пружності, МПа	336,63

Таблиця 4.3 – Склад і характеристики автомобілів в транспортному потоці

Марка автомобіля	Вантаж., т	Кількість, авт.	Коеф. вантаж.	Коеф. пробігу	Зростання інт.	Коеф. привед.
Легковий автомобіль	-	10345	1.0	1.0	1.040	0.000
Мікроавтобус	-	524	1.0	1.0	1.040	0.000
ЛАЗ 699	13.0	95	1.0	1.0	1.040	0.275
ICARUS 256	14.9	146	1.0	1.0	1.040	0.434
NEOPLAN N 117 Spaceliner	18.5	12	1.0	1.0	1.040	0.911
NEOPLAN N 123 Skyliner	26.0	22	1.0	1.0	1.040	1.147
MERCEDES-BENZ Sprinter 200-300	3.5	440	1.0	1.0	1.040	0.001
MERCEDES-BENZ Sprinter 400	4.6	621	1.0	1.0	1.040	0.004
IVECO EuroCargo ML 80E18	8.6	112	1.0	1.0	1.040	0.065
КАМАЗ 4326	12.6	233	1.0	1.0	1.040	0.164
MAN M2000 18.224	18.0	184	1.0	1.0	1.040	1.282
VOLVO FL 7	26.0	354	1.0	1.0	1.040	2.465
SCANIA 113HA +Kogel SVKT 24 P 10	37.4	470	1.0	1.0	1.040	1.617

RENAULT Premium HR 385.18 + Kassbohrer SB 12-20	38.0	810	1.0	1.0	1.040	2.288
DAF XF FT 95.530 + Sommer SW 240	44.9	878	1.0	1.0	1.040	1.540
MAN F2000 23/314 +KOGEL AN18P	41.0	104	1.0	1.0	1.040	2.220
VOLVO FH12 380R +KOGEL AN24P (20)	49.0	133	1.0	1.0	1.040	1.995

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на перший рік служби з урахуванням коефіцієнту, що враховує кількість смуг руху:

$$N_{1p} = 0,35 \cdot (10345 \cdot 0,000 + 524 \cdot 0,000 + 95 \cdot 0,275 + 146 \cdot 0,434 + 12 \cdot 0,911 + 22 \cdot 1,147 + 440 \cdot 0,001 + 621 \cdot 0,004 + 112 \cdot 0,065 + 233 \cdot 0,164 + 184 \cdot 1,282 + 354 \cdot 2,465 + 470 \cdot 1,617 + 810 \cdot 2,288 + 878 \cdot 1,540 + 104 \cdot 2,220 + 133 \cdot 1,995) = 2010,42 \text{ авт./добу}$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

$$N_t = N_{1p} \cdot q^{T_{сл} - 1} = 2010,42 \cdot 1,040^{12-1} = 3094,95 \text{ авт./добу}$$

Обчислюємо сумарну розрахункову кількість прикладень розрахункового навантаження:

$$N = 4095934 \text{ авт.}$$

де коефіцієнт суми:

$$K_{пр} = 15,03$$

Обчислюємо потрібний модуль пружності:

$$\text{Необхідний модуль пружності, } E = 336,63 \text{ МПа}$$

Таблиця 4.4 – Розрахункове навантаження

Навантаження визначається	за ДБН В.2.3-4
Розрахункове навантаження	Стандартне
Вид розрахункового навантаження	Динамічний
Тип колеса	Двобалонний
Нормативне статичне навантаження на вісь, $Q_{розр.}/вісь$ кН	115,00
Тиск в шинах p , МПа	0,80
Діаметр штампа D , м	0,3450

Визначення параметрів розрахункового навантаження:

Розрахунок динамічного навантаження:

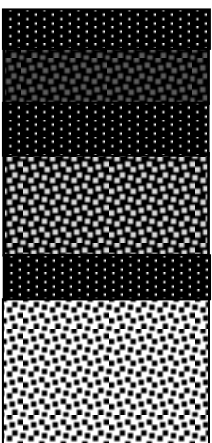
$$Q_{розр} = Q_i \cdot K_{дин} = 57,50 \cdot 1,3 = 74,75 \text{ кН}$$

Розрахунок діаметра штампу:

$$D_p = 0,3450 \text{ м}$$

На ділянці з існуючим нежорстким дорожнім одягом

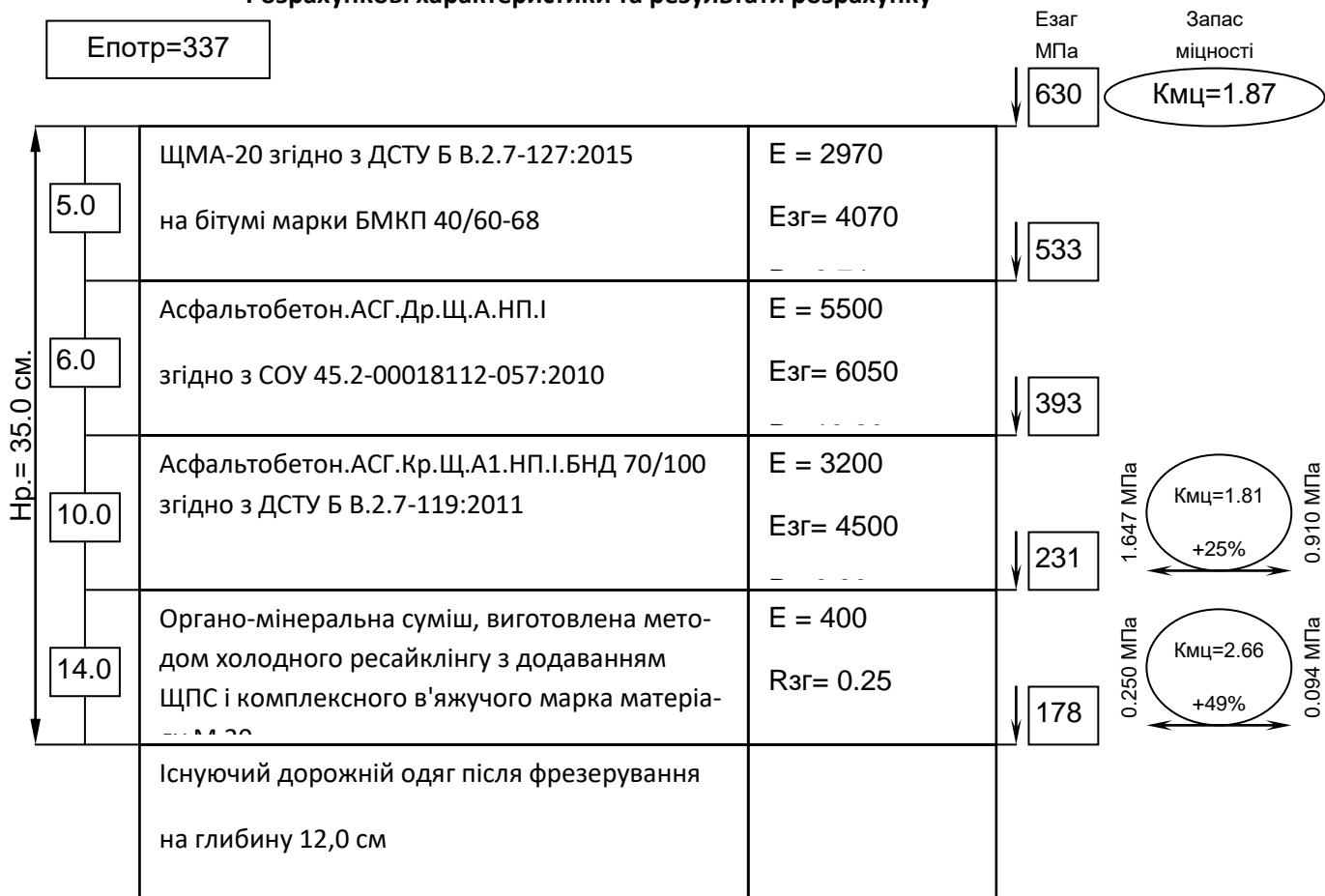
Варіант 1 Підсилення



1. ЩМА-20 згідно з ДСТУ Б В.2.7-127:2015 на бітумі марки БМКП 40/60-68 згідно з ДСТУ Б В.2.7-313:2016 – 5 см;
2. Асфальтобетон.АСГ.Др.Щ.А.НП.І згідно з СОУ 45.2-00018112-057:2010 на бітумі марки БМКП 40/60-68 згідно з ДСТУ Б В.2.7-313:2016 – 6 см;
3. Асфальтобетон.АСГ.Кр.Щ.А1.НП.І.БНД 70/100 згідно з ДСТУ Б В.2.7-119:2011 – 10 см;
4. Органо-мінеральна суміш, виготовлена методом холодного ресайклінгу з додаванням ЩПС С7* і комплексного в'язучого в установці, марка матеріалу М 20 згідно з СОУ 45.2-00018112-061:2011 – 14 см;
Вирівнюючий шар із органо-мінеральної суміші, виготовленої методом холодного ресайклінгу з додаванням ЩПС С7 і комплексного в'язучого в установці, марка матеріалу М 20 згідно з СОУ 45.2-00018112-061:2011 (влаштовується за один прохід одночасно з влаштуванням конструктивного шару 4);*
5. Існуючий дорожній одяг після фрезерування на глибину 12,0 см.

Розрахункові показники наведені у таблиці 4.5.

Розрахункові характеристики та результати розрахунку



E, C, R - МПа; F -

Рисунок 4.1 - Результати розрахунку дорожньої конструкції за варіантом 1, підсилення

5. ВОДОВІДВЕДЕННЯ

5.1 Поверхнєве і підземне дорожнє водовідведення

Система дорожнього водовідведення складається з ряду споруд, призначених для попередження перезволоження земляного полотна, перехоплення і відведення поступаючої до нього води. Водовідведення може бути поверхневим чи підземним. Поверхнєве відведення улаштовується у вигляді ухилів поперечного профіля, бокових канав (кюветів), водовідвідних і нагорних канав, водоперепускних споруд.

Для відведення поверхневої води поперечному профілю і дорожньому одягу надають опукле обертання з похилом від середини до узбіч при двоскатному профілі. Чим менше рівність поверхні покриття, тим більший поперечний ухил йому надають, оскільки вода при стіканні сприймає опір і може застоюватися в понижених місцях, просочуватися в покриття і під нього.

На необхідність обмеження поперечного похила в більшу сторону впливають наступні фактори, пов'язані з безпекою руху:

1) можливість сповзання автомобіля при великих поперечних похилах і слизькій поверхні дороги;

2) перевантаження внутрішніх коліс при русі вантажних автомобілів з спареними задніми колесами посередині проїзної частини, яке призводить до підвищеного зносу шин і покриття;

3) збільшення бокового уводу автомобіля при поперечному похилі, що погіршує його керованість, а відповідно, безпеку руху. Узбіччям надають більший поперечний похил, ніж покриттю, оскільки вони улаштовуються з іншого матеріала, який чинить опір руху води.

На дорогах I і II категорій узбіччя повинні бути укріплені на ширину не менше ніж 0,75 м асфальтобетонними сумішами, бетонними плитами, ґрунтами, укріпленими

в'язучими матеріалами. Поперечний профіль проїзної частини зазвичай очерчують по параболі чи по двом наклонним прямим, спряження в середній частині коловою вставкою довжиною 2 м. Для відведення води від земляного полотна служать бокові, водовідвідні, нагорні канали. Бокові канали (кювети) улаштовують у виїмках чи у насипів з невеликими робочими відмітками. Їм надають трапецеїдальний переріз з шириною по дну 0,4...0,5 м і глибиною до 0,7...0,8 м.

Укосам каналів у виїмках надають закладання 1:1,5, а у низьких насипів – 1:3 м. При зведенні земляного полотна в сухих місцях з швидким стоком поверхневих вод улаштовують бокові канали у вигляді трикутних лотків глибиною не менше 0,3 м з крутизною укосів 1:3. У виїмках, розташованих в гравелистих чи щебенистих ґрунтах, улаштовують трапецеїдальні канали глибиною не менше 0,3 м з укосами 1:1. Вода з бокових каналів повинна виводитися в понижені місця не рідше ніж через 500 м.

Якщо дорога проходить по схилу, для виводу води з каналів, розташованої з нагірної сторони, під земляним полотном прокладають труби. В місцях переходу з виїмки в насип каналів відводять з нагірної сторони в резерв, а з низової виводять на поверхню ґрунту в сторону від виїмки.

Переріз водовідвідних каналів приймається рівним перерізам тих каналів, з яких відводиться вода. Для кращого пропуску води і зменшення обсягів земляних робіт укоси водовідвідних каналів улаштовують найбільшої крутизни, яка допускається за умовами стійкості ґрунтів.

Нагірним каналам надають трапеціїподібний поперечний переріз. Для запобігання сповзання укосів у виїмки в місцях перезволоження ґрунтів відстань нагірних каналів від країв виїмки повинно бути не менше 5 м. На косогорах з ухилом 1:5 ґрунт з нагірних каналів використовується для улаштування невисокого валика (банкета) між виїмкою і нагірною каналом, охороняючи дорогу від затоплення при переповненні нагір-

ної канави. При течії води по канавам з швидкістю, яка менше 0,4...0,5 м/с, зважені у воді ґрунтові частки випадають в осад і утворюють відкладення наносів.

Для запобігання цього канавам надають поздовжній похил, який у 2-й дорожньо-кліматичній зоні, повинен бути не менше 5‰. Підземне водовідведення улаштовують для запобігання дії ґрунтових вод на земляне полотно. Для цього споруджують підстилаючі (дренуючі) шари дорожнього одягу, дренажні воронки і закритий дренаж. Дренуючий шар дорожнього одягу (рис. 1.10) улаштовують з піску, гравію та інших крупнозернистих матеріалів, які мають коефіцієнт фільтрації не менше 1,0 м/добу. Товщина піщаного шару призначається в залежності від виду покриття і ґрунту земляного полотна від 0,1 до 0,5 м.

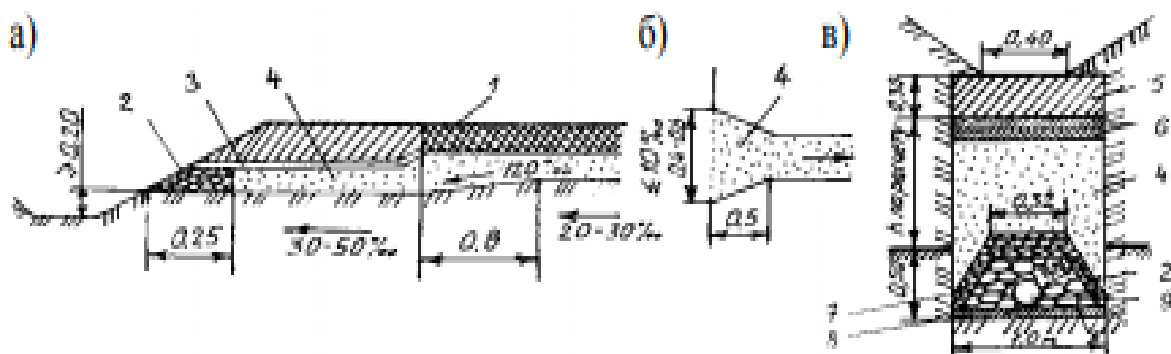


Рис. 5.1 Схема підземного водовідведення: а – дренуючий шар; б – дренажні воронки; в – закритий дренаж; 1 – дорожній одяг; 2 – щебінь чи гравій; 3 – прошарок; 4 – піщаний шар; 5 – утрамбована глина; 6 – два шари дерна корнями ввєрх чи 3 см ґрунту, обробленого бітумом; 7 – щебінь чи гравій крупністю 40...70 мм; 8 – щебінь, втрамбований в ґрунт; 9 – керамічна чи азбестоцементна труба діаметром 15...20 см

Дренажні пристрої – комплекс споруд, призначених для пониження рівня скиду ґрунтових вод їх відведенням з земляного полотна і з-під дорожніх одягів. Розрізня-

ють: горизонтальний дренаж, до якого відноситься трубчатий дренаж, суцільна прорізь, дренажна галерея, горизонтальні скважини (дрени), і вертикальний дренаж – забивніє і скрізні фільтр, колодязі, сифонний дренаж.

Дренажні улаштування укладають: вище водоупору глибокого залягання (несучасний дренаж); на поверхні чи нижче водоупору при неглибокому його заляганні для повного перехвату підземних вод (сучасний дренаж). Дренажна воронка – водовідводний пристрій закритого типу, який споруджується під узбіччями по обох сторонах дорожнього одягу в шахматному порядку і заповнене дренуючим матеріалом, для відведення води чи осушення верхньої частини земляного полотна з виходом на денну поверхню.

Закритий дренаж складається з укладеної в ґрунті дрени – труби (гончарної, керамічної, бетонної чи дерев'яної), в стінах якої є отвори для приймання води. Щоб труба не засмічувалась ґрунтом, її оточують пористою засипкою. При великому притоці ґрунтових вод (більше 1 л/с) і близькому заляганні водоносного шару для відведення води від виїмки і пониження кривої депресії улаштовують перехоплюючий екрануючий дренаж (рис. 1.11 а) з боку укїсної частини.

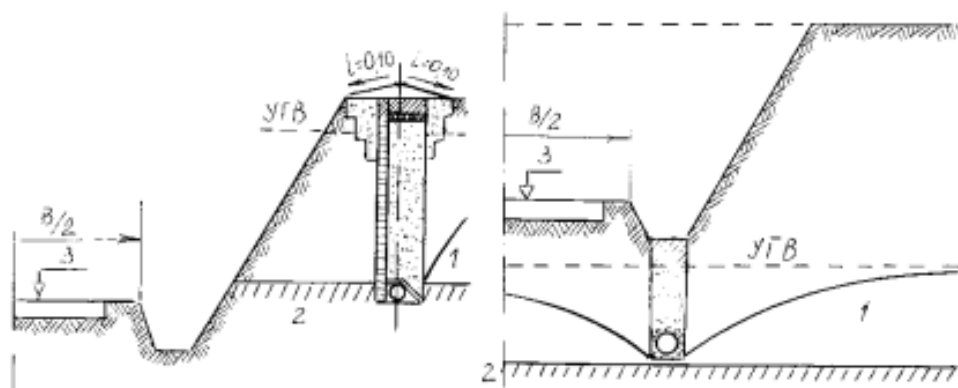


Рис. 5.2 Схема перехоплюючого дренажу виїмки і понижаючого підкюветного дренажа: 1 – водоносний шар; 2 – водоупорний шар; 3 – проектні відмітки земляного полотна; РГВ – рівень ґрунтових вод до пониження

Для пониження рівня ґрунтових вод улаштовують підкюветний дренаж по обидві сторони від земляного полотна дороги.

6. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Робот из стабілізації ґрунтів земляного полотна можливо вести способами змішування на місці і приготування суміші в змішувальній установці. При використанні метода змішування на місці земляне полотно повинно мати ширину, яка забезпечить безпеку проведення робіт. Поперечний ухил повинен перевищувати на 1-2% (на 10-20‰) поперечний похил покриття.

6.1 Технологія укріплення стабілізатором

Для змішування ґрунту з стабілізатором переважно використовувати ґрунтозмішувальні установки ДС-50Б чи ДС-174. Ці установки мають продуктивність 150-300 т/ч, забезпечують високу якість змішування ґрунту з стабілізатором; допускають можливість укріплення ґрунту органічним, мінеральним в'язучим, а також комплексним методом.

Можливо використовувати для приготування сумішей АБЗ чи ЦБЗ інші установки із змішувачем примусової дії перемішування, однак вони повинні бути дообладнані ємностями і дозаторами для зберігання компонентів суміші. Розчин стабілізатора го-

тують в ємності для води, заливаючи туди необхідну кількість стабілізатора та перемішуючи обидві рідини протягом 3-5 хв.

При використанні установок безперервної дії ґрунт і робочий розчин стабілізатора подаються в мішалку одночасно. На установках періодичної дії спочатку завантажують ґрунт, потім робочий розчин стабілізатора і перемішують протягом 20-30 с. Приготовлені в установці ссміші самоскидами вивозять на дорогу, вивантажують у вирізане за допомогою автогрейдера на всю ширину узбіччя корито, профілюють і ущільнюють до максимальної щільності за допомогою пневмо-, вібро- чи комбінованих котків.

Товщина шару укріплення визначається розрахунком. Після укочування автогрейдером забезпечують необхідний поперечний похил узбіччя і якісне спряжіння ущільненої суміші з кромкою проїзної частини. Догляд за ущільненим шаром з оптимального ґрунту, обробленого стабілізатором, не потребується.

При проведенні робіт методом змішування на місці бажано застосування однопрохідних фрез, оснащених системою дозування і розподілення рідких продуктів. Перед початком робіт автогрейдером профілюють узбіччя з наданням їй необхідного поперечного похилу. На узбіччя самоскидами завозять ПГС з таким розрахунком, щоб кількість супісчаного ґрунту, з якого відсипане узбіччя, складало 27% від маси ПГС.

ПГС розподіляють рівномірним шаром по всій ширині узбіччя за допомогою автогрейдера. Фреза за 1-2 проходи зрізає ґрунт на розрахункову глибину і перемішує його з ПГС і розчином стабілізатора, який дозується і подається в змішувальну камеру дозувальною системою фрези. При підготовці робочого розчину стабілізатора необхідно враховувати природню вологість супіску і ПГС, так як кількість вводимі рідкої фази повинно відповідати оптимальній вологості суміші. Якщо фреза не має системи дозування рідкої фази, її можливо віддозувати і розподілити за допомогою поливочної машини. Для цього попередньо готують робочий розчин стабілізатора необхідної концентрації шляхом змішування стабілізатора з водою в ємності поливочної машини.

6.2 Технологія укріплення ґрунтів катіонними гідрофобізаторами

Виконання робіт з стабілізації ґрунтів слід здійснювати спеціалізованими ланками машин, використовуючи в якості ведучого механізму дорожні фрези типу ДС-74 чи однопрохідну ґрунтозмішувальну машину ДС-152. Для обробки катіонними гідрофобізаторами слід використовувати однорідні ґрунти, які не містять сторонніх примісів і включень.

Технологічний процес стабілізації ґрунтів включає:

- профілювання поверхні земляного полотна;
- прикату спрофільованого шару до щільності 0,85-0,90 від максимальної;
- подрібнення ґрунту до необхідної тонкості;
- підвезення води і зволоження ґрунту до вологості на 3-5% менше оптимальної (за необхідності);
- перемішування зволоженого ґрунту;
- підвезення і введення в ґрунт водного розчину катіонного гідрофобізатора;
- перемішування ґрунту з катіонним гідрофобізатором до однорідного стану;
- профілювання поверхні стабілізованого шару;
- ущільнення шару.

Подрібнення ґрунту слід виконувати дорожньою фрезою за 2-3 проходи чи ґрунтозмішувальною машиною ДС-152 за прохід по одному сліду з поступательною швидкістю 1,0-4,0 м/хв. Найкраще подрібнення ґрунту досягається при його вологості на 3-5% менше оптимальної і щільності 0,85-0,90 від максимальної, визначеної методом

стандартного ущільнення. При низькій природній вологості ґрунту зволоження до вказаного ступеню виконують за 6-12 год до початку подрібнення.

Ґрунт вважається подрібненим, якщо в ньому міститься не більше 25% комків розміром більше 5,0 мм. При цьому вміст комків крупніше 10,0 мм не повинно перевищувати 10%. За необхідності перед роботою фрези виконують грубе подрібнення ґрунту за допомогою дискових борон. Зволоження ґрунту до необхідної вологості слід виконувати через дозувально-розподільчу систему ґрунтозмішувальних машин чи за допомогою поливомийної машини. Змішування зволоженого ґрунту досягається за 1-2 проходи фрези по одному сліду з швидкістю 3,5- 5,0 м/хв чи за один прохід ґрунтозмішувальної машини.

Введення в ґрунт водних розчинів катіонних гідрофобізаторів здійснюють через дозувально-розподільчу систему ґрунтозмішувальних машин.

Перемішування ґрунту з катіонними гідрофобізаторами виконують за два проходи фрези чи один прохід ґрунтозмішувальної машини по одному сліду. Профілювання поверхні стабілізованого шару здійснюють за два проходи автогрейдера по одному сліду.

Ущільнення стабілізованого шару слід виконувати самохідними вібраційними котками чи котками на пневматичних шинах с гладким протектором. Швидкість руху котка при ущільненні повинна складати 3,5- 6,5 м/хв, для решти проходів призначається максимальне значення робочої швидкості. Кількість проходів котка і швидкість його руху встановлюють по результатам пробного ущільнення. Орієнтовно для ущільнення необхідно 12-18 проходів котка по одному сліду.

Ступінь щільності стабілізованого шару повинна бути не менше максимальної стандартної. Улаштовувати вище розташовані шари по стабілізованому шару слід після просихання ущільненого шару до вологості не більше 0,2-0,3 від оптимальної.

При проведенні робіт методом змішування на місці бажано застосування мобільних однопрохідних фрез, які оснащені системою дозування і розподілення рідких продуктів. При першому проході фреза зрізає ґрунт на необхідну глибину і вносить через розподільчий пристрій воду в кількості, необхідній для досягнення оптимальної вологості з урахуванням природної вологості ґрунту і води, яка міститься в бітумній емульсії. Наступним проходом фрези забезпечується внесення бітумної емульсії і перемішування її з ґрунтом. Після цього по всій ширині за допомогою розподільювача висипається цемент і суміш остаточно перемішується за 1-3 проходи фрези. Після внесення необхідної кількості всіх в'язучих суміш ущільнюють і здійснюють догляд.

7. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ

7.1 Організація руху на ділянках доріг, де виконуються ремонтні роботи

Поява на автомобільній дорозі ремонтних робочих, дорожньо-будівельних машин, матеріалів і технологічного обладнання створює значні перешкоди для руху автомобілів і підвищує ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Особливо ускладнюється рух на дорогах з високою інтенсивністю і швидкістю, а також в складних ландшафтно-географічних умовах, коли при ремонті дороги неможливо організувати необхідний обїзд. Тому вже на підготовчому етапі ремонту дороги розробляється план організації руху в зоні виконання робіт, і протягом всього періода виконання робіт виконуються всі необхідні заходи з його виконання.

Найбільш загальними заходами з підвищення безпеки і організації руху є:

- 1) виконання ремонтних робіт на одній половині проїзної частини з огороженням її і пропуском руху по іншій;
- 2) нормоване розподілення інтенсивності руху протягом доби з мінімальним зниженням його в нічний час і в ранні утішні години.

В таких випадках організовується раннє оповіщення автогосподарств та інших транспортних організацій протягом всього ремонтного періода; встановлюються необхідні огороження, вказівні знаки на відповідних ділянках робіт; на ділянках, де рух по дорозі не може бути забезпечено, улаштовуються обїзди, які повинні відповідати вимогам інтенсивності і швидкості руху, з покриттям з укріплених ґрунтів, з використанням місцевих гравійних, пісчано-гравійних і щебених матеріалів; на особливо напружених

ділянках, коли для проїзду залишаються достатньо вузькі смуги, організується рух регульовальником, а при русі вночі забезпечується взаємна видимість світлових сигналів.

Захист ділянок дорожнього руху від ДТП виконується з урахуванням характеру робіт, які виконуються, інтенсивності транспортних потоків, організації і технології утримання і ремонту дороги. Роботи, які виконуються при утриманні і ремонті доріг, прийнято розділяти на 4 групи (вида):

1) аварійно-відновлюючі, пов'язані з усуненням дефектів проїзної частини, узбіч, що утворилися в результаті стихійних лих, ДТП і т. п.

2) короткочасні в світлий час доби за наявності на дорозі робочих при поточному ремонті і утриманні доріг;

3) покриття чи супроводження, які здійснюються під захистом автомобілів прикриття і (чи) супроводження при поточному ремонті і утриманні доріг з використанням тільки рухомих дорожніх машин і механізмів в будь-який час доби;

4) довготривалі, які виконуються протягом більш однієї зміни. При утриманні дороги з використанням мобільних машин достатньо обладнати їх проблесковими маячками і на кожну навісити приписний знак «Об'їзд перешкоди зліва».

Ремонт покриття і дороги в цілому може виконуватися як при частковому звуженні проїзної частини, так і при повному переводі руху на спеціально улаштований об'їзд.

Відповідно ДБН В.2.3-4 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво», безпека руху забезпечується за допомогою стандартних технічних засобів організації дорожнього руху (ТСОДД). Найбільш характерні типові рішення з обладнання місць виконання дорожніх робіт наведені на рис. 7.1-7.2.

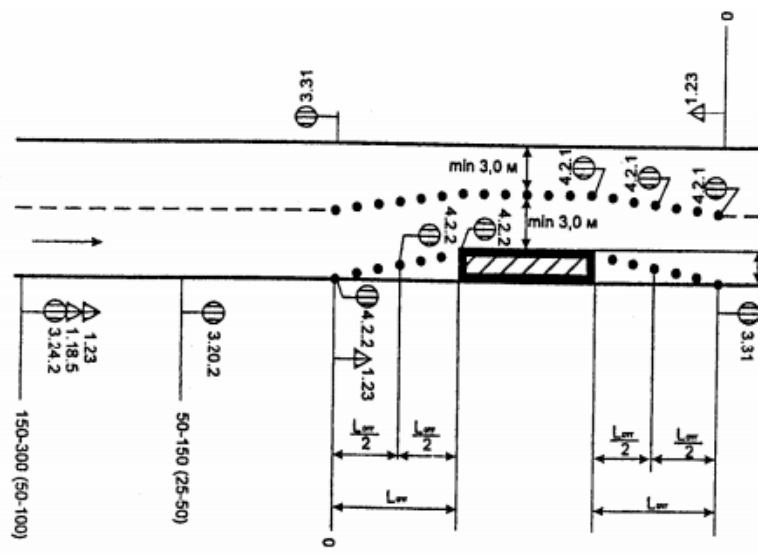


Рис. 7.1 Розташування ТСОДД при виконанні дорожніх робіт

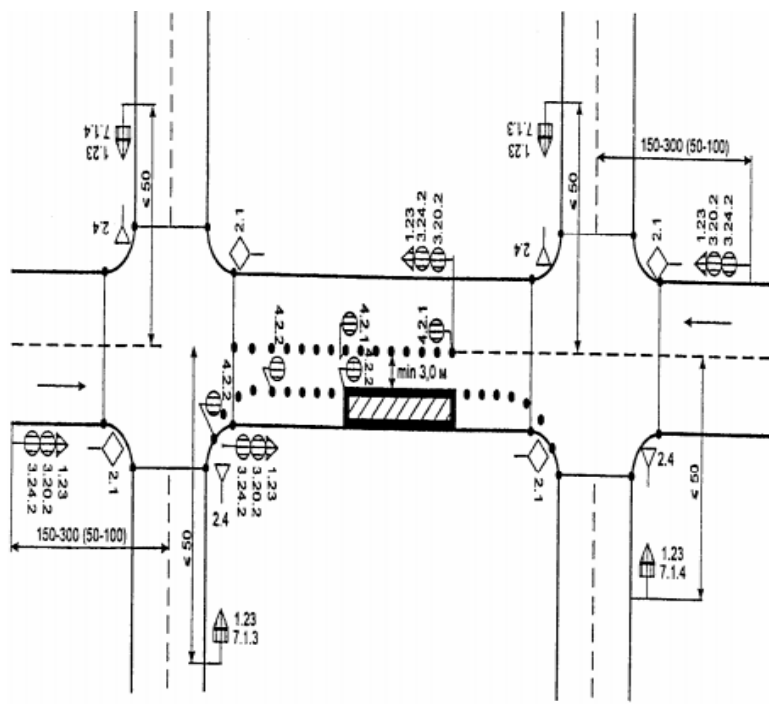


Рис. 7.2 Розташування ТСОДД при виконанні дорожніх робіт

7.2 Огородження місць виконання дорожніх робіт

До початку ремонтних робіт дорожньою організацією розробляються схеми огороження місць робіт і розстановки дорожніх знаків з вказанням виду робіт і строків їх виконання, які після узгодження з поліцією та затвердження керівником дорожньої організації слугують дозволом на виконання намічених робіт.

Перед початком виконання ремонтних робіт особи, які керують їх проведенням, зобов'язані забезпечити огороження ділянок і розстановку дорожніх знаків відповідно до схем організації руху.

Всі місця робіт по ремонту і утриманню доріг, де можливий наїзд транспортних засобів на робочих, повинні бути огорожені, а при виконанні робіт по всій ширині проїзної частини, крім того, в обов'язковому порядку улаштовані зручні з'їзди. Бар'єри встановлюють безпосередньо за поворотом на об'їзд.

На бар'єрах зачиненої для руху ділянки дороги встановлюють знаки «В'їзд заборонений» і «Напрямок об'їзду перешкоди» з стрілкою, направленою в бік об'їзду. В складних умовах доцільно застосовувати «Маршрутну схему об'їзду». При ремонтних роботах на одній половині ширині проїзної частини рух автомобілів може відбуватися по другій половині. В цьому випадку ремонтуєму під кутом до поздовжньої лінії з таким розрахунком, щоб утворилася направляюча транспорт воронка.

Смугу огорожують поздовжніми переносними бар'єрами (конусами) вздовж чи паралельно вісі проїзної частини, а за кінцями огорожуваної ділянки робіт по половинам ширини проїзної частини (наприклад, поверхнева обробка) чи по вісі дороги (розмітка покриття), які починаються в світлий час доби, ставяться поздовжні огороження з пластикових чи каучукових конусів, що отримали широке розповсюдження при ремонті проїзної частини. На багатосмугових дорогах для організації руху застосовують розмітку проїзної частини, яка використовується для нанесення відхиляючих ліній, розділення потоків руху з позначенням рядності.

Ремонтуєму ділянку огороджують також попереджувальними знаками «Ремонтні роботи», які встановлюються за 150...200 м до початку місця ремонту на загородніх дорогах і за 40...50 м – на дорогах в населених пунктах (основний знак), а також безпосередньо у місць робіт (дублюючий знак). Якщо решта смуги проїзної частини разом з узбіччям вузька для роз'їзду зустрічних автомобілів, рух регулюється спеціально виділеними особами чи за допомогою світлофорів.

Якщо довжина регульованої ділянки не перевищує 40...50 м і забезпечена достатня видимість, можлива організація руху по способу саморегулювання. Машини, матеріали, залишені на проїзній частині, а також на ділянках, где проїзд не дозволений, повинні бути огорожені поперечними огороженнями з червоними флажками і фонарями (для нічного часу). При складуванні матеріалів для ремонту на узбіччі неогороженої ділянки дороги необхідно встановити перед ним на відстані 5...10 м поперечний бар'єр і попереджувальний знак «Ремонтні роботи».

При ямковому ремонті проїзної частини і ремонтних роботах на узбіччях встановлюють легкі бар'єри з укріпленими на них попереджувальними знаками «Ремонтні роботи» на відстані 5...10 м перед і за місцем ремонту.

Лицьовий бік перекладки бар'єра і стоек фарбують в білий колір з червоними поперечними смугами. В темний час доби на бар'єрах повинні горіти ліхтарі червоного кольору. Тильну сторону бар'єрів фарбують в сірий колір. При огляді доріг працівники дорожньої служби повинні йти по лівій стороні. Через мости слід переходити по тротуару, а якщо його нема, то ближче до перил. При зупинці необхідно встановлювати перед собою червоний флажок чи стійку з ліхтарем вночі.

8. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Роботи з утримання і ремонту автомобільних доріг відрізняються значною матеріало- і енергоємністю. Для їх здійснення необхідні немалі фінансові витрати, тому раціональні витрати коштів, які виділяються дорожньо-експлуатаційним організаціям є першочерговою задачею. Успішно вирішувати цю задачу можна на основі оптимального планування коштів з утримання і поточного ремонту автомобільних доріг, оцінки ефективності середніх і капітальних ремонтів.

8.1 Показники для оцінки ефективності ремонтних робіт.

Вибір способу підвищення транспортно-експлуатаційних характеристик автомобільних доріг зв'язаний з оцінкою їх технічного стану. При цьому визначаються: 1. Показники швидкості руху.

$$P_v = v_{\phi} / v_{\varepsilon},$$

де v_{ϕ} – фактична середня швидкість вільного руху автомобілів при даному стані дороги, км/год;

v_{ε} – можлива середня швидкість руху автомобіля на еталонній ділянці, км/год.

Показник (коефіцієнт) безпеки руху

$$P_{\sigma} = v_{\text{доп}} / v_{\text{ак}},$$

де $v_{\text{доп}}$ – допустима за умовами безпеки руху швидкість автомобіля, км/год.

$U_{вх}$ – швидкість, яка розвивається в кінці попередньої ділянки.

При $K_{без} \geq 0,8$ рух майже небезпечний; при $0,6 \leq K_{без} \leq 0,8$ рух мало небезпечний; при $0,4 \leq K_{без} \leq 0,6$ рух небезпечний; при $K_{без} < 0,4$ рух дуже небезпечний.

Безпека руху може бути оцінена також коефіцієнтом аварійності, який чисельно дорівнює

$$\Pi_{б} = K_1 \cdot K_2 \dots K_n,$$

де $K_1, K_2, K_3 \dots K_n$ – частні коефіцієнти аварійності

Показник рівності дорожнього покриття

$$\Pi_p = IRI_{ф} / IRI_n,$$

де $IRI_{ф} / IRI_n$ - фактичний і нормований міжнародні індекси рівності

Показник міцності дорожньої конструкції

$$\Pi_{пр} = E_{ф} / E_{нпр},$$

де $E_{ф}$ – фактичний модуль пружності дорожньої конструкції, МПа;

$E_{нпр}$ – необхідний за фактичними умовами руху модуль пружності дорожньої конструкції, МПа.

Показник безперервності проїзда по дорозі

$$\Pi_{нїї} = \Pi'_{нїї} + K_{нї} (1 - \Pi'_{нїї}),$$

де $\Pi'_{нїї}$ - показник безперервності проїзда по дорозі автомобілів

$$\Pi'_{nji} = (n - n_{gji}) / n,$$

де n – кількість календарних днів в році;

n_{gji} – кількість днів простоїв автомобілів в році, пов'язаних з несприятливими дорожніми умовами;

K_{ji} – коефіцієнт зменшення кількості автомобілів в складі руху в гоці.

Показник собівартості перевезень

$$\Pi_{cn} = 1 + (K_v - 1) + (K_g - 1) + (K_p - 1) + (K_{np} - 1) + (K_n - 1)$$

Показник ефективності дорожньо-ремонтних робіт

$$\Pi_s = \left[3,65 \Psi N_0 \omega L_0 S_s (\Pi_{cn}^0 - \Pi_{cn}^1 \sum_1^t \frac{q^{t-1}}{(1 - E_{ин})^t}) \right] : D,$$

де ψ - параметр, який враховує частку вантажних автомобілів в складі транспортного потоку, вантажопід'ємність автомобілів, коефіцієнт використання вантажопід'ємності і коефіцієнт використання пробігу;

ω - коефіцієнт, який враховує зниження економії транспортних витрат в результаті погіршення умов руху в період проведення ремонтних робіт;

S – собівартість перевезень в дорожніх умовах, прийнятих за еталон;

Π_{cn}^0, Π_{cn}^1 - показники собівартості перевезень відповідно до і після ремонту.

Відповідно, обґрунтування умов застосування капітального і середнього ремонту автомобільної дороги пов'язано з порівняльним аналізом фінансових витрат на ремонтні роботи і отриманими в результаті ремонту більш високими показниками роботи автомобільного транспорту.

9. ОХОРОНА ПРАЦІ

При проведенні робіт по застосуванню стабілізаторів при будівництві автомобільних доріг слід керуватися вимогами чинних нормативних документів щодо техніки безпеки при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг.

Робочі, зайняті на виробництві робіт з стабілізації ґрунтів, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту згідно галузевим нормам.

При приготуванні водних розчинів катіонних стабілізаторов обслуговуючий персонал повинен забезпечуватися захисними окулярами, гумовими перчатками, спецодягом, респираторами.

При попаданні катіонних стабілізаторів на шкіру їх необхідно змити теплою водою з милом.

При приготуванні розчинів катіонних стабілізаторів, а також під час роботи з ними на дорозі робочі повинні знаходитися з навітренної сторони, а машини переміщуватися так, щоб водії і машиністи як можна менше знаходились в підвітреній зоні, яка містить пил і краплі розчина.

10. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

10.1 Охорона навколишнього середовища при будівництві і реконструкції автомобільних доріг

Заходи з охорони навколишнього середовища при будівництві автомобільних доріг виконують відповідно з розробленим і затвердженим робочим проектом.

При виконанні будівельних робіт враховують вимоги і заходи розділу «Охорона навколишнього середовища» розробленого в складі проекту на будівництво (реконструкцію) автомобільної дороги.

Заходи з охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів передбачають в проекті організації будівництва (ПОБ), в проекті виконання робіт (ПВР), а також в технологічних регламентах (технологічних картах).

В склад проекту організації будівництва включають розробку системи виробничого екологічного контролю за дотриманням екологічних нормативів і проектних технічних рішень з охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування.

Підрядник несе відповідальність за збереження всіх природоохоронних об'єктів, що знаходяться в зоні прямого чи дотичного впливу проводимих робіт, і зобов'язаний приймати необхідні заходи з їх захисту від пошкодження чи іншої шкоди, в тому числі у випадках, коли це з будь-яких причин не передбачено проектом.

До виконання робіт на об'єкті будівництва чи реконструкції допускаються будівельні організації, які мають діючі дозволи на викиди забруднюючих речовин в навколишнє середовище, нормативи утворення відходів і ліміти на їх розміщення, іншу встановлену законодавством природоохоронну документацію.

При проведенні робіт з будівництва автомобільних доріг і штучних споруд необхідно:

- забезпечення збереження чи покращення існуючого ландшафту, захист ґрунтів, рослинності і тваринного світу;

- забезпечити рекультивацію земель, які тимчасово використовуються для розміщення будівельного обладнання, матеріалів, території кар'єрів та інших зон діяльності;

- забезпечити підвищення стійкості земляного полотна на зсувних ділянках, створення сприятливих умов для подальшого використання земель, які тимчасово використовуються під будівництво;

- здійснити захист поверхневих і ґрунтових вод від забруднення дорожнім пилом, паливно-мастильними матеріалами, знепилюючими, протиожеледними та іншими хімічними речовинами, які використовуються під час будівництва;

- розробити заходи з попередження і зниження забруднення атмосферного повітря викидами пилу і відпрацьованими газами, а також захисту від шуму, вібрації, електромагнітного забруднення населення, яке проживає в безпосередній близькості від будівництва ділянки автомобільної дороги;

- забезпечити контроль за радіаційним рівнем будівельних матеріалів, які використовуються;

- забезпечити під час будівництва прибирання побутового сміття та інших забруднень, включаючи відходи будівельного виробництва на тимчасових майданчиках, розташованих в смузі відведення;

- відновити природний плин проточних водоймищ і облаштувати водоймища.

При наявності в зоні будівництва особливо охоронних природних територій, історичних чи культурних пам'яток, повинні бути прийняті міри по збереженню, а по можливості і покращенні їх стану.

Розчищення дорожньої смуги і площ для дорожніх споруд виконують строго у відведених межах. Складування лісу, порубкових залишків, матеріалів, що залишилися після розбирання споруд по краях смуги відведення, допускається тільки на період виконання розчищення, до вивозу в спеціально відведені проектом місця.

Розчищення дорожньої смуги від лісу і чагарнику повинна виконуватися окремими ділянками, в порядку черговості зведення на них земляного полотна або виконання інших робіт. У лісистій місцевості розчищення, як правило, проводиться в зимову пору року. Випередження розчищення дорожньої смуги від лісу і чагарнику не повинно перевищувати можливостей потокового будівництва та обсягу робіт в майбутньому сезоні.

При проходженні траси через населені пункти слід передбачати заходи, які включають пилеутворення.

При проходженні дороги поблизу населених пунктів, зон відпочинку, необхідно улаштовувати шумо- і пилезахисні екрани, бар'єри та інші споруди.

При будівництві виробничих баз, споруд дорожньої і автотранспортної служб розробляють заходи, які забезпечують дотримання:

- гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- допустимих викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище;
- нормативів утворення відходів і ліміти на їх розміщення.