

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА РЕКОНСТРУКЦІЇ АЕРОПОРТІВ ТА АВТОШЛЯХІВ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
О. Пилипенко

«__»_____2021р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСНИКА ОСВІТНЬОГО-СТУПЕНЯ
«БАКАЛАВР»**

Тема : «Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці 55+000 – км 66+000 з використанням сіркоасфальтобетону»

Виконавець : студент групи ФАБД-406 Мілецький Дмитро Миколайович
Керівник : професор Жданович Михайло Павлович

Нормоконтролер : доцент Пилипенко Олександрт Іванович

Київ 2021

РЕФЕРАТ

Об'єкт проектування – капітальний ремонт автомобільної дороги з використанням сірко асфальтобетону у шарі покриття на автомобільній дорозі Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000.

Метою роботи є: проведення робіт з капітального ремонту автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000 з використанням у верхньому шарі покриття сіркоасфальтобетону, для забезпечення його міцності, надійності, довговічності і збільшення міжремонтних термінів служби.

Встановлено, що використання сірко асфальтобетону для улаштування верхнього шару покриття має значні переваги перед традиційним асфальтобетоном, забезпечить експлуатаційну довговічність, технологічність і економічність робіт. У зв'язку з тим, що частина бітуму в суміші замінюється сіркою, вартість асфальтобетонної суміші знижується на 30-40 % в порівнянні з традиційним асфальтовим бетоном.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності при складанні проектів ремонту і реконструкції автомобільних доріг всіх категорій і значення.

Результати дипломної роботи вирогідно будуть мати розвиток в майбутньому:

- забезпечать транспортну доступність населення, що покращить мобільність, зайнятість і збільшить рівень доходів мешканців;
- поліпшать екологічну ситуацію на автомобільній дорозі Одеса-Мелітополь, так як зниження швидкості руху автомобілів і виникнення заторів у декілька разів збільшує емісію шкідливих речовин в атмосферу, чим вкрай несприятливо впливає на довкілля, знайдуть відображення в розроблених нормативних документах.

ЗМІСТ

Вступ.....	
...	
РОЗДІЛ 1 ВИКОРИСТАННЯ СІРКОАСФАЛЬТОБЕТОНУ В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ.....	
1.1 Складові матеріали для приготування сіркоасфальтобетону.....	
1.2 Проектування складу сіркоасфальтобетону.....	
1.3 Властивості сіркоасфальтобетону.....	
1.4 Приготування сіркоасфальтобетону.....	
1.5 Укладання в покриття сіркоасфальтобетону.....	
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТА.....	
...	
2.1 Рельєф місцевості.....	
2.2 Клімат.....	
2.3 Основні кліматоутворюючі фактори.....	
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ НОРМАТИВИ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ОДЕСА-МЕЛІТОПОЛЬ НА ДІЛЯНЦІ км 55+000 – км 66+000.....	
3.1. ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ КАТЕГОРІЇ ДОРОГИ.....	
3.2. Визначення розрахункової відстані видимості.....	
3.3. Визначення радіусів вертикальних кривих.....	
3.4. Визначення радіусів горизонтальних кривих.....	
3.5. Розрахунок ширини проїзної частини і земполотна.....	

РОЗДІЛ 4.ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЯНКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ОДЕСА-МЕЛІТОПОЛЬ НА ДІЛЯНЦІ км 55+000 – км 66+000.....

4.1.План траси автомобільної

дороги.....

4.1.1.Нанесення плану

траси.....

4.1.2.Підбір радіусів колових кривих та

заокруглень.....

4.1.3. Пікетаж і складання відомостей прямих і

кривих.....

4.2 Поздовжній

профіль.....

4.2.1 Нанесення вихідної

інформації.....

4.2.2 Призначення контрольних і керівних робочих відміток

поздовжнього

профілю.....

4.2.3 Складання проектної

лінії.....

4.2.4 Проектування

кюветів.....

4.2.5 Нанесення геологічного профілю.

.....

4.3 Поперечні профілі земляного полотна і проїзної

частини.....

РОЗДІЛ 5.КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

.....

РОЗДІЛ 6.УЛАШТУВАННЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НА

АВТОМОБІЛЬНІЙ ДОРОЗІ ОДЕСА-МЕЛІТОПОЛЬ НА ДІЛЯНЦІ

км 55+000 – км 66+000

.....

РОЗДІЛ 7.ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

СІРКОАСФАЛЬТОБЕТОНУ

.....

7.1 Покриття з гарячих асфальтобетонних сумішей

.....

7.2 Приготування сіркоасфальтобетону

.....

РОЗДІЛ 8.ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

.....
8.1 Розробка календарного графіку проведення робіт з капітального
ремонту на автомобільній дорозі ОДЕСА-МЕЛІТОПОЛЬ НА
ДІЛЯНЦІ км 55+000 – км 66+000

.....
Висновки

.....
Список використаної літератури

.....

ВСТУП

В єдиній транспортній системі країни значне місце належить автомобільному транспорту, обсяг вантажоперевезень якого в декілька разів більше, ніж у решти видів транспорту разом. В той же час в загальному вантажообсязі частка автомобільного транспорту значно менше, оскільки середня дальність перевезень автомобільним транспортом в декілька разів менше, ніж іншими видами транспорту (залізничним, морським, повітряним).

Автомобільні дороги являють собою складний комплекс інженерних споруд для безперервного, комфортного і безпечного руху автомобілів з розрахунковим навантаженням і встановленими швидкостями.

Без автомобільних доріг не може функціонувати жодна галузь економіки країни. Рівень розвитку і технічного стану дорожньої мережі суттєво впливають на економічний і соціальний розвиток країни вцілому, так і її окремих регіонів, оскільки надійні транспортні зв'язки сприяють підвищенню ефективності використання основних виробничих фондів, трудових і матеріальних ресурсів, підвищенню продуктивності праці.

Сучасні автомобільні дороги обслуговують масові пасажирські і вантажні перевезення. Вони стали місцем повсякденної роботи мільйонів водіїв, ними користуються пасажирів автобусів і багаточисельні туристи. Все це призводить до необхідності висувати до автомобільних доріг такі ж обов'язкові високі архітектурно – естетичні вимоги, як і до будь-якої інженерно – технічної споруди масового використання. Будівництво доріг повинно супроводжуватися створенням широкої мережі підприємств, які призначені для обслуговування водіїв, пасажирів і автомобілів. Всі ці комплекси споруд повинні вводиться в дію одночасно із здачею дороги в експлуатацію.

Для забезпечення цілорічного руху автомобілів по дорозі улаштовується дорожній одяг, який безпосередньо сприймає всі основні

впливи колісного навантаження від рухомого складу. Від стану дорожнього одягу напряду залежить безпека і комфортність руху транспорту по дорозі, тому проектування дорожнього одягу є важливим етапом будівництва автомобільної дороги.

Проектування дорожніх одягів складається з двох послідовних етапів: конструювання і розрахунку. На етапі конструювання призначається конструкція дорожнього одягу з урахуванням загальних принципів конструювання. Розрахунок дорожнього одягу заключається в перевірці вибраної конструкції на міцність і морозостійкість. При цьому розрахунок на міцність нежорсткого дорожнього одягу передбачає її перевіряння за трьома критеріям міцності: допустимому пружному прогину, розтягу при згині в монолітних шарах дорожнього одягу і на зсув в ґрунті земляного полотна та шарах з слабозв'язних матеріалів.

При будівництві автомобільних доріг виникає необхідність активного рішення ряду актуальних проблем розвитку технології будівництва доріг, серед них такі комплексні техніко-економічні проблеми, як: зниження вартості, підвищення ефективності і якості дорожнього будівництва.

Для успішного функціонування автомобільно-дорожньої системи, тобто автомобільного транспорту і автомобільних доріг, необхідно, щоб параметри і характеристики автомобільних доріг задовольняли вимогам руху автомобілів, а основні параметри і характеристики автомобілів відповідали тим, на які розраховані дороги, що експлуатуються. Існують визначені вимоги до автомобілів з боку автомобільних доріг, яких необхідно дотримуватись, щоб не перебудовувати мережу автомобільних доріг під кожне нове покоління автомобілів.

Це, насамперед, вимоги до динамічних властивостей і габаритів автомобілів, їх осьового навантаження, загальної маси та інших характеристик. Витримати ці співвідношення складно, оскільки автомобільні дороги експлуатуються багато років, протягом яких відбувається зміна декількох поколінь автомобілів, кожне з яких висуває більш високі вимоги до

автомобільних доріг і тому їх необхідно безперервно удосконалювати. Щоб спрогнозувати можливі зміни стану доріг і вимоги до них з боку користувачів доріг, необхідно систематично аналізувати тенденції кількісного і якісного розвитку автомобільного транспорту. На цій основі повинна розроблятися технічна політика в експлуатації автомобільних доріг, їх ремонту і утримання.

Враховуючи вищенаведене, метою дипломної роботи є проведення робіт з капітального ремонту автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000 з використанням у верхньому шарі покриття сірко асфальтобетону.

Для виконання поставленої мети були проведені подальші дослідження.

РОЗДІЛ 1

ВИКОРИСТАННЯ СІРКОАСФАЛЬТОБЕТОНУ В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ

Ідея застосування сірки в дорожньому будівництві відноситься до початку ХХ ст. Вперше метод модифікування бітуму сіркою отримав своє промислове використання вже 100 років тому. Необхідно відмітити, що найбільшим виробником сірки вважається Україна. У зв'язку з цим знову виник інтерес до використання сірки в дорожньому будівництві, так як додавання сірки в бітум дозволяє не тільки збільшити загальну кількість дорожнього в'язучого, але і підвищити його якість.

Цей інтерес, з одного боку обумовлений підвищенням цін на нафтові бітуми, а з іншого, що суттєво важливо, є наслідком пошуку шляхів рішення проблеми утилізації сірки і сірковмісних відходів промисловості. При чому обсяг сірки, що виробляється та цих відходів, в теперішній час перевищив попит на неї. Специфіка сірки як матеріалу для дорожнього будівництва складається в тому, що вона може виконувати декілька функцій: використовуватися в якості самостійного в'язучого, його компонента, а також як заповнювач в поєднанні з бітумом.

Проведений аналіз літературних джерел показав актуальність проблеми дослідження впливу сірки на структуроутворення і реологічні властивості бітуму та приготовленого на ньому асфальтобетону з урахуванням властивостей покриття з підвищеною деформативністю при від'ємних температурах і підвищеній стійкості проти виникнення колії при підвищених літніх температурах.

Дослідження впливу сірки в складі сіркобітумного в'язучого (СБВ) на властивості асфальтобетону проводили на найбільш розповсюдженому в дорожньому будівництві дрібнозернистому гарячому асфальтобетоні типу Б з щільною структурою для верхнього шару дорожнього покриття.

В подальшому необхідно вирішити наступні наукові задачі:

- вивчити можливість отримання сірчаного в'язучого на основі технічної сірки;
- розробити та дослідити склади сірко асфальтобетону з частковою чи повною заміною бітуму на сіркобітумне в'язуче;
- вибрати оптимальні склади і надати пропозиції по технології приготування сіркоасфальтобетону і укладання його в дорожнє покриття.

Випуск сіркоасфальтобетону на основі місцевої сировини і відходів промисловості повинен сприяти рішенню таких важливих проблем, як:

- задовільнити потребу регіону в дорожньо-будівельному матеріалі;
- знизити собівартість асфальтобетону;
- знизити експлуатаційні витрати за рахунок підвищення якості і довговічності дорожніх покриттів;
- покращити екологічну обстановку за рахунок утилізації відходів.

1.1 Складові матеріали для приготування сіркоасфальтобетону

Технічна сірка застосовується разом з бітумом марки БНД 90/130. Мінеральну суміш для асфальтобетону готували з щебеню Новоуполтавського кар'єру та з піску кар'єру «Пісчанка» м. Новомосковськ. В якості мінерального порошка застосовують кеки – порошкоподібний відход. Хімічний склад кеків наведений в табл.1.1. Основне призначення кеків зводиться до заповнення міжзернових пустот між щебенем і піском, тобто до забезпечення належної щільності асфальтобетонк. Також кеки є структурною складовою асфальтобетону, яка утворює разом з бітумом «асфальтов'язучу речовину», яка зчіпляє мінеральні зерна. Як показали проведені дослідження, покращення властивостей сірчаного в'язучого можливо досягти методами хімічного і температурного модифікування. Введення в якості модифікатора йоду призводить до переводу частини сірки в полімерний (аморфний) стан.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад кеків

Хімічний склад, % від маси							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₃	N ₂ O	Ci
1,34	0,28	17,58	33,24	0,96	7,40	2,26	9,86

1.2 Проектування складу сіркоасфальтобетону.

Сіркоасфальтобетон проектується так же, як і звичайні асфальтобетонні суміші, застосовуються стандартні методи проектування. В основі проектування сіркоасфальтобетону (САБ) лежить принцип збереження сталості обсягу в'язучого, тобто незалежно від кількості сірки загальний сумарний обсяг сірко-бітумного в'язучого (СБВ) повинен дорівнювати обсягу нафтового бітуму без додавання сірки. Тільки при дотриманні цієї умови забезпечується оптимальна порова структура асфальтобетону. Зерновий склад мінеральної частини сіркоасфальтобетону проектується по принципу оптимального ущільнення мінерального матеріала, тобто так же, як і для асфальтобетону на звичайному бітумі. Мінеральну суміш сіркоасфальтобетону проектують по кривим оптимального ущільнення для дрібнозернистого асфальтобетону з щільною структурою. З використанням вищенаведених мінеральних заповнювачів і кеків підбирається склад дрібнозернистого сіркоасфальтобетону типу Б, який зазвичай застосовується для укладання верхнього шару дорожніх асфальтобетонних покриттів. Розрахунок складу асфальтобетону заключається у визначенні найкращого співвідношення між складовими матеріалами: щебенем, піском, порошком кеків і бітумом. Принцип цього методу виходить з положення залежності міцності та інших властивостей асфальтобетону від щільності мінеральної суміші при оптимальній кількості бітуму. Останнє зазвичай встановлюється дослідним шляхом по найбільшій міцності зразків та іншим показникам якості, які задовольняють вимоги нормативних документів. Після підбору оптимального складу асфальтобетону на нафтовому бітумі встановлювали дозування сірки. Оскільки щільність сірки в два рази перевищує щільність бітуму, необхідно корегувати оптимальний вміст (В) в сіркоасфальтобетоні за формулою:

$$B = \frac{B_1 \times 100}{\rho_B \times \left(\frac{c}{\rho_c} + \frac{b}{\rho_b} \right)},$$

де B_1 – оптимальна кількість бітуму в суміші, встановлено при проектуванні складу у % за масою;

c і b – частка відповідно сірки і бітуму у в'язучому, %;

ρ_c, ρ_b – щільність відповідно сірки і бітуму, мг/м³.

Кількість сірки C (у %) в суміші визначали за формулою:

$$C = \frac{B \times c}{100}.$$

Оптимальний вміст СБВ в асфальтобетоні визначається для наступного вмісту сірки в СБВ: 20 і 40 %. Асфальтобетон, приготовлений з таким вмістом сірки буде найбільш повно представляти механізм впливу сірки на властивості асфальтобетону. Вміст 40 % сірки є границею позитивного впливу сірки на властивості СБВ, а тим самим і на властивості асфальтобетону. СБВ з вмістом сірки 20 % повинен мати високі показники в ряду всіх складів бітум-сірка. Оскільки однією з головних задач роботи є суттєва економія бітуму, то у зв'язку з цим розглядають склади асфальтобетону на «чистій» сірці без добавок бітуму. Для порівняння властивостей готується склад асфальтобетону на бітумі без добавок сірки. Досліджені склади сіркоасфальтобетону наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Склади сіркоасфальтобетону

Вміст компонентів, %	Номер складу			
	1	2	3	4
Щебінь гранітний фр. 10-20 мм	55	55	55	55
Пісок природній фр. 0-5 мм	40	40	40	40
Кек	5	5	5	5
В'язуче	6,8	16	16	30

Склад в'язучого, %:				
бітум	80	60	-	-
сірка	20	40	100	100
Йод кристалічний, у % від маси сірки	0,007	0,007	0,007	0,007
Вид суміші	ущільнена	ущільнена	ущільнена	ущільнена

1.3 Властивості сіркоасфальтобетону.

Для визначення властивостей сіркоасфальтобетону використовують зразки – циліндр з розмірами $d=h=71,4$ мм. Формування зразків виконують в металевій формі з двома вкладками, нагрітій до температури $90 - 100$ °С. Зразки ущільнюють на пресі під тиском 40 МПа протягом 3 хв. Сіркоасфальтобетон складу №2 заливали в форми без ущільнення. Визначення фізико-механічних властивостей асфальтобетону виконують згідно нормативних документів.

Фізико-механічні властивості сіркоасфальтобетону наведені в табл. 1.3, де можливо побачити, що при збільшенні вмісту сірки у асфальтобетоні відбувається збільшення міцності при стиску при 20 і 50 °С. Сіркоасфальтобетон за міцністю при стиску при 20 і 50 °С також має показники, що перебільшують ДСТУ Б В.2.7-119, такі ж показники для асфальтобетону на «чистому» бітумі. Середня щільність сіркоасфальтобетону більше, ніж середня щільність асфальтобетону на бітумі. Підвищення міцності і щільності сіркоасфальтобетону з підвищеним вмістом сірки, ймовірно, пов'язано з тим, що сірка хімічно не взаємодіє з бітумом, а виступає у вигляді кристалів, тобто додаткового мінерального порошку в асфальтобетоні. Водопоглинання сіркоасфальтобетону знаходиться в межах ДСТУ Б В.2.7-119. Водостійкість складів № 2-4 відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-119 і дещо нижче водостійкості складу на бітумі.

Таблиця 1.3 - Фізико-механічні властивості сіркоасфальтобетону

Найменування показників	Склад №1	Склад №2	Склад №3	Склад №4	Вимоги ДСТУ	Асфальтобетон на бітумі
Границя міцності при стиску при 20 °С	2,42	2,86	8,3	6,8	Не менше 2,5	2,18
Границя міцності при стиску при 50 °С	0,78	1,33	2,27	2,18	Не менше 1,2	1,24
Середня щільність асфальтобетону, г/см ³	2,35	2,39	2,51	2,47	-	1,93
Середня щільність мінеральної частини, г/см ³	2,2	2,06	2,16	1,9	-	2,06
Водопоглинання, % від маси	5,7	1,6	2,65	2,1	1,5-4	2,74
Водостійкість	0,58	0,93	0,99	0,90	Не менше 0,9	1,09

Зниження міцності сіркоасфальтобетону при 20 і 50 °С та збільшення водопоглинання при введенні сірки у кількості 20 % (склад №1) пов'язані з тим, що сірка в даному випадку виконувала роль пластифікатора, знижувала в'язкість в'язучого. При вмісті 40 % сірки в СБВ наступало підвищення в'язкості в'язучого – сірка «працювала» як структуроутворювач, вплив сірки на бітум був еквівалентний додатковому введенню в його склад мінерального порошку, який, як відомо, зміцнює коагуляційну структуру бітуму. Зниження міцності при 20 і 50 °С сіркоасфальтобетону з 30 % сірки порівняно з міцністю сіркоасфальтобетону з 16 % сірки пояснюється тим, що збільшення вмісту

кількості сірки до 30 % в асфальтобетоні призводить до сильної кристалізації сірки і до розуцільнення структури асфальтобетону.

1.4 Приготування сіркоасфальтобетону.

Проведені дослідження стверджують, що на СБВ можливо приготувати асфальтобетон і будувати шари дорожнього покриття таким же способом, як і з асфальтобетону, приготовленого на звичайному бітумі. Однак, технологічний процес отримання СБВ і САБ повинен здійснюватися при температурі не вище 140 °С у зв'язку з вимогами умов безпеки робіт. Таким чином, всі відомі технології застосування сірки при отриманні сіркоасфальтобетону зводяться до наступних основних варіантів:

- заздалегідь приготовлене СБВ типу емульсії і введення його в мінеральну суміш;
- одночасне дозування рідкого бітуму і сірки в мінеральну суміш;
- дозування рідкої сірки в мінерально-бітумну суміш.

Сіркоасфальтобетонні суміші виробляють в тих же асфальтобетонних змішувачах, що і при отриманні звичайних асфальтобетонів, але необхідно оснащувати їх додатковим обладнанням, яке залежить від вибраної технологічної схеми отримання сіркоасфальтобетону.

Якщо сіркоасфальтобетонна суміш отримується шляхом безпосереднього введення сірки в бітум, а потім змішування з мінеральною сумішшю, то слід додавати обладнання для отримання СБВ. В процесі отримання СБВ необхідно витримувати температурний режим нагріву складових і температурний режим виробництва СБВ. Ці температури не повинні бути вище 140 °С, що виключає виділення H_2S і SO_2 в процесі отримання сіркоасфальтобетону. Температури нагріву складових САБ і його виробництва значно нижче, ніж температури нагріву складових звичайного асфальтобетону. Приготування асфальтобетону на СБВ відбувається яшвидше, ніж асфальтобетону на чистому бітумі чи сіркоасфальтобетону, отриманого за іншою технологією. Цей факт пояснюється значним

зниженням в'язкості в'язучого (СБВ) порівняно з бітумом і, як наслідок, підвищенням швидкості обволакування зерен мінеральної частини асфальтобетону. У випадку приготування асфальтобетонної суміші з введенням сірки безпосередньо в суміш чи одночасно з введенням бітуму в мінеральну суміш необхідна установка додаткового обладнання для дозування рідкої сірки.

1.5 Укладання в покриття сіркоасфальтобетону.

Укладання сіркоасфальтобетонної суміші може виконуватися на протязі будівельного сезону при температурі повітря не нижче 10 °С, при чому основа не повинна бути вологою. Для отримання покриття високої якості укласти сіркоасфальтобетонну суміш необхідно в суху погоду. Безпосередньо перед укладанням сіркоасфальтобетонної суміші необхідно провести необхідні розбивочні роботи і нанести бітум на всі виступаючі частини в межах ширини улаштованого покриття.

Доставлена до місця укладання сіркоасфальтобетонна суміш повинна мати температуру від 135 до 120 °С. Укладання її повинно виконуватися звичайними асфальтоукладачами. Технологічний процес укладання цієї суміші не повинен відрізнятися від технології укладання горячого асфальтобетону. Це ж відноситься і до процесу ущільнення. Найбільш ефективно ущільнення котками повинно відбуватися в інтервалі температур від 130 до 120 °С. Ущільнення повинно починати легкими чи середніми, а потім важкими котками, які забезпечують остаточне ущільнення покриття. Дослідження показали, що модифікування асфальтобетону сіркою дозволяє зменшити кількість проходів котка по одному сліду, що призводить до збільшення їх продуктивності.

Таким чином, аналізуючи вищенаведене можна зробити висновок, що сірко асфальтобетон є сучасним, довговічним матеріалом, виготовлення якого у виробничих умовах не призводить до ускладнення технологічного процесу в порівнянні з традиційним асфальтобетоном. Крім цього, що

сіркоасфальтобетон є економічним матеріалом, тому що введення сірки зменшує витрати бітуму в суміші, його можна рекомендувати для улаштування верхнього шару покриття при капітальному ремонті автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТА

2.1 Рельєф місцевості

Запорізькій області притаманний рівнинний ландшафт. Ґрунти переважно [чорноземні](#). Знання рельєфу Запорізької області в наші дні має особливо важливе значення через проблему [меліорації степу](#) та його інтенсивнішого використання.

Територія Запорізької області в цілому має рівнинну поверхню, але на ній помітно виділяється підвищені та знижені ділянки, які за своїми формами, походженням і віком відрізняються одна від одної.

Найбільше підвищена середньо-східна частина області, названа [Приазовською височиною](#). Вона простягається на схід і на територію Донецької області, де стикається з [Донецьким кряжем](#). На півдні, між Приазовською височиною й Азовським морем, розміщена західна частина [Приазовської берегової рівнини](#), яка західніше річки [Молочної](#) переходить у [Причорноморську](#). Ця остання в північно-східному напрямі зливається із Запорізькою внутрішньою рівниною, яка межує з південно-східними околицями [Придніпровської височини](#). Таким чином, територія Запорізької області складається з двох виразних геоморфологічних частин: околиць Приазовської і [Придніпровської](#) височин, що геоструктурно відповідають південно-східній частині [Українського кристалічного масиву](#) і околиць приморських Приазовської та Причорноморської рівнин, які розміщені в межах [Причорноморської западини](#). Ці дві геоморфологічні одиниці ніби зв'язуються третьою — Запорізькою внутрішньою рівниною.

2.2 Клімат

Клімат Запорізької області можна віднести до помірно-континентального з вираженими посушливо-суховійними явищами. Однак серед степових регіонів України область відрізняється найбільшою м'якістю клімату, що пов'язано із близькістю її до Азовського моря.

За кліматичною класифікацією Кеппена — Гейгера клімат Запорізької області є вологим континентальним зі спекотним літом (Dfa) — більша частина області, і вологим континентальним з теплим літом (Dfb) — схід і північний схід області

2.3 Основні кліматоутворюючі фактори

Сонячна радіація. Річний прихід сумарної радіації в межах області в середньому становить 110 ккал/см². Основним джерелом тепла є пряма сонячна радіація, інтенсивність якої дорівнює 59,8 ккал/см². Величина розсіяної сонячної радіації становить 50,2 ккал/см². Показник поглиненої сонячної радіації в межах області становить 89 ккал/см², відбитої — 22 ккал/см². Річна сума радіаційного балансу досягає 50 ккал/см². Число годин сонячного сяйва, від якого залежить кількість тепла, змінюється від 2000 на півночі до 2300 на півдні області.

Циркуляція атмосфери. Клімат області формується під впливом морських повітряних мас, що приходять із Атлантичного і Північного Льодовитого океанів, які трансформуються в континентально-помірне повітря. Арктичні повітряні маси, що приходять на територію області з півночі й північного сходу, приносять похолодання. У теплий період року із травня по вересень на територію області приходить тропічне повітря, що приносить жарку, суху погоду.

Антициклональна погода на території області з жовтня по травень формується під впливом сибірського антициклону, у літній період — під впливом відрогів азорського максимуму. Повторюваність антициклонів у днях становить 48. Для холодного періоду року характерна циклонічна діяльність, що пов'язано із циклонами, що приходять із боку Атлантичного океану в напрямку з південно-заходу на північний схід. Улітку вплив циркуляції позначається значно слабкіше. Рух циклонів простежується за напрямком захід — схід. Повторюваність циклонів у днях 14.

Запорізька область перебуває південніше смуги високого атмосферного тиску (Харків — Полтава — Кременчук — Кіровоград — Кишинів), що являє собою своєрідний вітророзділ. Тому пануючими вітрами в зимовий період є східні та північно-східні, улітку — частішають західні й північно-західні. Середня швидкість вітру коливається від 3,6 м/сек. до 4,2 м/сек.

Значний вплив на клімат області виявляє Азовське море. Помітну роль у кліматі північно-західних районів області відіграє річка Дніпро з Каховським водосховищем, а також м. Запоріжжя. Знищення природної рослинності на більшості території області призвело до виникнення чи посилення несприятливих погодних явищ (пилових бур, частих посух і суховіїв), історично не характерних для нашого краю.

Температурний режим. Середньорічна [температура повітря](#) в області коливається від 7,9 °С до 9,6 °С. Середня [температура](#) січня змінюється у напрямку з півночі на південь від —5,4 °С до —3,8 °С (абс. мін. —39 °С), липня від 22,6 °С до 23,5 °С (абс. макс. 41 °С). Характерною рисою річного ходу [температури](#) є незначні середньомісячні зміни в літні й зимові сезони, а також різкі зміни у весняний і осінній час. Відхилення середніх річних [температур](#) від норми спостерігається в межах від 7,7 °С до 10,6 °С. Найбільші відхилення спостерігаються в зимовий період. Тривалість безморозного періоду становить 175—185 днів. Кліматичні умови району проведення робіт з капітального ремонту наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – кліматичні умови району проведення капітального ремонту

№п/п	Найменування показника	Величина
1	Абсолютний мінімум температури повітря	-39 °С
2	Абсолютний максимум температури повітря	+41 °С
3	Висота снігового покриву	50 см
4	Середня швидкість вітру	Пд 5 м/с, ПнЗ 3,2 м/с
5	Глибина промерзання ґрунту	0,5

Дорожньо-кліматична зона згідно ДБН В.2.3-4 – П. Запорізька область розташована в центральній частині Східно-Європейської рівнини. Клімат району розташування траси помірно континентальний, з порівняно

нехолодною зимою і теплим літом. Середня температура січня -11 -12 °С, липня +17-+18,5 °С. Середньорічна кількість опадів складає від 480-580 мм. Тривалість вегетаційного періоду 160-180 днів. Переважний напрямок вітру – південно-західний в січні і південний в липні, наведені в таблицях 2.2, 2.3.

Таблиця 2.2 - Повторюваність вітру по напрямкам в січні

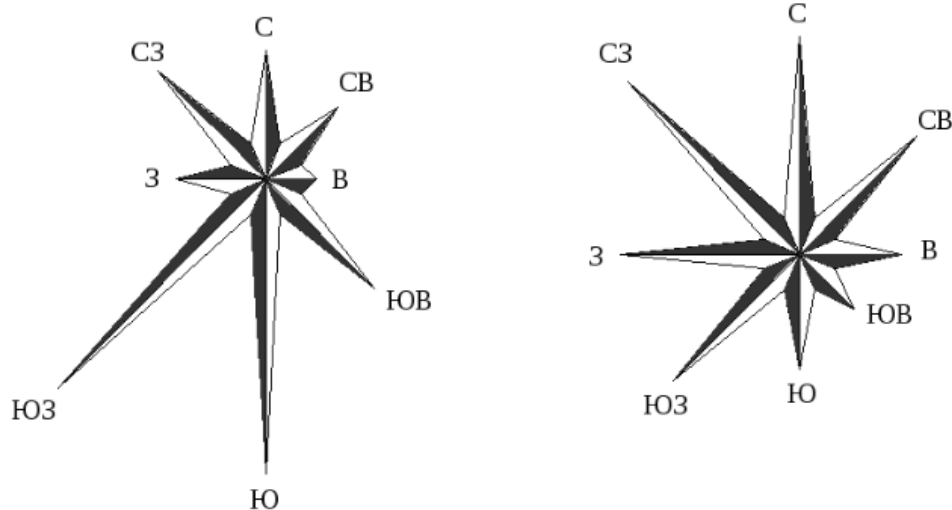
Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
13/3,9	8/3	4/2,4	13/3,3	21/4,5	23/4,3	7/4	12/4,1	5

Таблиця 2.3 - Повторюваність вітру по напрямкам в липні

Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
13/3,1	8/2,3	6/2,4	9/2,4	14/2,9	14/3,9	11/2,6	12/4,1	5

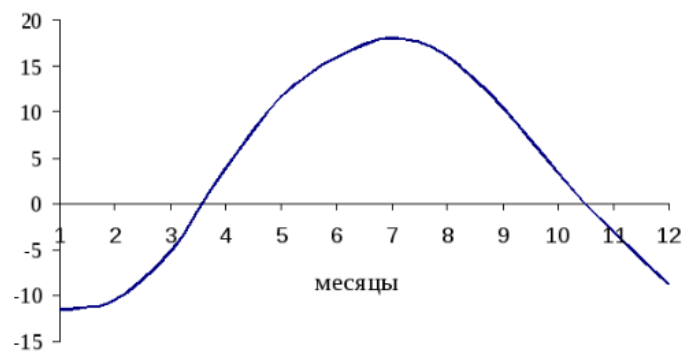
Кількість днів з опадами більше 0,1 мм складає 205 днів, більше 5 мм – 39 днів. Рання дата утворення стійкого снігового покриву 16/Х, пізня 22/Х. Дата руйнування стійкого снігового покриву – рання 17/ІІІ, пізня 27/ІІІ. Середня висота снігового покриву за зиму складає 120 см, максимальна 170 см, мінімальна 30 см. Максимальна глибина промерзання ґрунту 120 см.

Роза вітрів в січні та липні.



Таблиця 2.4 - Температура повітря по місяцях.

Місяці											
І	ІІ	ІІІ	ІV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-11,4	-10,6	-5,1	3,8	5,2	11,6	16,8	18,1	16,2	10,4	3,4	-3,1



РОЗДІЛ 3
ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ НОРМАТИВИ ПРОЕКТУВАННЯ
АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ОДЕСА-МЕЛІТОПОЛЬ
НА ДІЛЯНЦІ км 55+000 – км 66+000

3.1. ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ КАТЕГОРІЇ ДОРОГИ

Категорію дороги призначаємо по перспективній інтенсивності N_t (t=20 років):

$$N_t = N_0 \cdot (1 + 0.01 \cdot p)^{t-1} = 1245 \cdot (1 + 0.01 \cdot 6.7)^{19} = 4269 \text{ авт./сут.},$$

де Q_0 – початкова інтенсивність, млн.т;

p - щорічний приріст інтенсивності, %.

Виходячи із значення інтенсивності і даних табл.3.1. приймаємо дорогу III категорії.

Таблиця 3.1.

Клас дороги	Категорія дороги	Галузь застосування	Розрахункова інтенсивність руху, авт/добу		Розрахункова швидкість, км/год
			Державні дороги	Місцеві дороги	
Автомагістраль	I-а	Ділянки державних магістральних доріг протяжністю не менше 150 км з часткою транзита в потоці більше 50%.	більше 8000	-	140
Швидкісна автомобільна дорога	I-б	Підходи до крупних міст на відстань 40 – 50 км, до аеропортів, кільцеві дороги навкруги крупних міст.	більше 10000	-	120
Автомобільні дороги	I-в	В решті випадків	більше 10000	-	120
	II		5000-	більше 7000	120
	III		10000	7000	100
	IV		2000-5000	3000-	80
	V		200-2000	7000	60
			до 200	400-3000	
				до 400	

Автомобільні дороги низьких категорій	VI-а VI-б	Підїзди до малих сільських поселень	- -	25-50 до 25	40 30
---------------------------------------	--------------	-------------------------------------	--------	----------------	----------

3.2. Визначення розрахункової відстані видимості.

Розрахункову відстань видимості визначають по трьох схемах:

1. зупинка автомобіля перед перешкодою;
2. гальмування двох автомобілів, які рухаються назустріч один одному;
3. обгон легковим автомобілем вантажного автомобіля при наявності зустрічного руху.

По першій схемі розрахунковою відстанню видимості S_1 називають видимість поверхні дороги:

$$S_1 = \frac{V \cdot t_p}{3.6} + \frac{K_g \cdot V^2}{254 \cdot (\varphi_1 - i)} + l_{зб} = \frac{100 \cdot 2,6}{3,6} + \frac{1,3 \cdot 100^2}{254 \cdot (0,45 - 0,06)} + 5 = 208,456 \text{ м},$$

де V – швидкість руху автомобіля, км/год, яка приймається рівною розрахунковій для дороги III технічної категорії;

t_p – час реакції водія і включення гальм, $t_p=2.6$ с;

K_g – коефіцієнт, який враховує ефективність дії гальм, величину якого можливо прийняти рівною 1,5 для легкових автомобілей і 1,85 – для решти;

$\varphi_1=0.45$ – коефіцієнт поздовжнього зчеплення;

i – поздовжній похил (знак “-“ на спуску);

$l_{зб}$ – зазор безпеки ($l_{зб}=5$ м).

Розрахункова відстань видимості поверхні дороги дорівнює 160 м для розрахункової швидкості 100 км/год, тому приймаємо $S_1=160$ м.

По другій схемі розрахункова відстань видимості дорівнює:

$$S_2 = \frac{V \cdot t_p}{1.8} + \frac{K_g \cdot V^2 \cdot \varphi_1}{127 \cdot (\varphi_1^2 - i^2)} + l_{зб} = \frac{120 \cdot 2,6}{1,8} + \frac{1,3 \cdot 120^2 \cdot 0,45}{127 \cdot (0,45^2 - 0,06^2)} + 5 = 376,033 \text{ м},$$

По схемі обгону розрахункову відстань видимості розраховують по

формулі:

$$S_3 = \frac{V_1^2}{1.8 \cdot (V_1 - V_2)} + \frac{K_3 \cdot V_1 \cdot (V_1 + V_2)}{127 \cdot \varphi_1} + \left[\frac{K_3 \cdot V_2^2}{254 \cdot \varphi_1} + \ell_{36} \right] \cdot \frac{2 \cdot V_1}{V_1 - V_2} =$$
$$= \frac{90^2}{1.8 \cdot (90 - 60)} + \frac{1.3 \cdot 90 \cdot (90 + 60)}{127 \cdot 0.45} + \left[\frac{1.3 \cdot 60^2}{254 \cdot 0.45} + 5 \right] \cdot \frac{2 \cdot 90}{90 - 60} = 732,756 \text{ м},$$

де V_1 і V_2 – швидкості руху легкового і вантажного автомобілів.

Бокову видимість розраховують по формулі:

$$S_{\text{бок}} = \frac{2 \cdot S_1 \cdot V_n}{V} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 10}{100} = 32 \text{ м},$$

де V_n – швидкість пішоходу, який пересікає дорогу ($V_n = 10$ км/год).

S_1 – розрахункова відстань видимості по першій схемі.

V – швидкість руху автомобіля.

Мінімальне значення бічної видимості для доріг III категорії дорівнює 25 м. В нашому випадку приймаємо $S_{\text{бок}} = 32$ м.

3.3. Визначення радіусів вертикальних кривих.

Мінімальний радіус вертикальної опуклої кривої визначаємо з умови забезпечення видимості поверхні дороги:

$$R_{\text{вып. min}} = \frac{S_1^2}{2 \cdot (\sqrt{d_1} + \sqrt{d_2})^2} = \frac{160^2}{2 \cdot (\sqrt{1} + \sqrt{0,15})^2} = 6650,744 = 6700 \text{ м},$$

де S_1 – з формули;

d_1 – висота ока водія легкового автомобіля над поверхнею дороги;

d_2 – висота перешкоди на дорозі, яку повинен бачити водій;

Рекомендований радіус вертикальної опуклої кривої розраховують з умови забезпечення безпечного обгону:

$$R_{\text{вып.рек}} = \frac{S_3^2}{2 \cdot (\sqrt{d_1} + \sqrt{H})^2} = \frac{732,756^2}{2 \cdot (\sqrt{1} + \sqrt{1,45})^2} = 55258,966 = 56000 \text{ м},$$

де S_3 – з формули;

H – висота зустрічного легкового автомобіля.

Мінімальний радіус вертикальної угнутої кривої визначаємо з умови недопущення перевантаження ресор:

$$R_{\text{вог.мін}} = \frac{V^2}{13 \cdot a_0} = \frac{100^2}{13 \cdot 0.6} = 538,46 = 600 \text{ м},$$

де a_0 – допустиме центробіжне прискорення ($a_0=0.5-0.7 \text{ м/с}^2$);

Таблиця 3.2.

Категорія дороги	Ia	I-б, I-в, II	III	IV	V
Розрахункова швидкість, км/год (основна)	140	120	100	80	60
$R_{\text{вып.мін}}$, М	25000	15000	8000	4000	1500
$R_{\text{вог.мін}}$, М	8000	6000	4000	2500	1500
Ухил $i_{\text{макс}}$, %	40	40	50	60	70

Рекомендований радіус вертикальної угнутої кривої визначаємо з умови забезпечення видимості дороги вночі:

$$R_{\text{вог.рек}} = \frac{S_1^2}{2 \cdot \left(h_{\phi} + S_1 \cdot \sin \frac{a}{2} \right)} = \frac{160^2}{2 \cdot \left(0,9 + 160 \cdot \sin \frac{2}{2} \right)} = 3466,594 = 4000 \text{ м},$$

де S_1 – визначається з формули;

h_{ϕ} – підвищення центра фари над поверхнею дороги, приймаємо з додатка;

a – кут розсіювання світла фар, $a=2^\circ$;

Приймаємо

$$R_{\text{вып.мін}} = 8000 \text{ м}$$

$$R_{\text{вог.мин.}}=4000\text{м}$$

3.4. Визначення радіусів горизонтальних кривих.

Мінімальний радіус горизонтальної кривої розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{.min}} = \frac{V^2}{127 \cdot (\mu + i_g)} = \frac{100^2}{127 \cdot (0.125 + 0.045)} = 463,177 = 470\text{м},$$

де V – розрахункова швидкість для дороги III категорії;

μ - коефіцієнт поперечної сили за умовами зручності пасажирів

$$\mu = 0.2 - 7.5 \cdot 10^{-4} \cdot V = 0.2 - 7.5 \cdot 10^{-4} \cdot 100 = 0.125$$

i_b – поперечний похил віражу, приймається рівним 0.045.

Рекомендований радіус горизонтальних кривих дорівнює:

$$R_{\text{рек.}} = \frac{V^2}{127 \cdot (\mu - i_n)} = \frac{100^2}{127 \cdot (0.1 - 0.02)} = 984,25\text{м},$$

де μ - коефіцієнт поперечної сили з умови мінімального зносу шин ($\mu=0.1$);

i_n – поперечний похил проїзної частини з двохскатним поперечним профілем, залежить від типу покриття ($i_n=0.02$).

Приймаємо $R_{\text{мин.}}=2000$ м

3.5. Розрахунок ширини проїзної частини і земполотна.

1. Зустріч для двох вантажних автомобілів.

Ширина проїзної частини дорівнює:

$$b = a + c + z_B + z_{k1} + z_{k2} = 1,85 + 1,7 + 1,44 + 0,79 + 0,74 = 6.52\text{м};$$

де a, c - ширина кузова і колія вантажного автомобіля;

z_B - зазор безпеки між кузовами зустрічних автомобілів, залежить від швидкості руху зустрічних автомобілів V_1 і V_2 :

$$z_B = 0.3 + 0.1 \cdot \sqrt{v_1 + v_2} = 0.3 + 0.1 \cdot \sqrt{70 + 60} = 1.44 \text{ м};$$

$z_{k1(2)}$ -відстань від вісі відбитка до края проїзної частини:

$$z_{k1} = \sqrt{0.1 + 0.0075 \cdot v_1} = \sqrt{0.1 + 0.0075 \cdot 70} = 0.79 \text{ м}$$

$$z_{k2} = \sqrt{0.1 + 0.0075 \cdot v_2} = \sqrt{0.1 + 0.0075 \cdot 60} = 0.74 \text{ м}$$

2. Обгон легковим автомобілем вантажного:

Ширина проїзної частини дорівнює:

$$b = a + c + z_a + z_{k1} + z_{k2} = 1,85 + 1,7 + 1,23 + 0,88 + 0,76 = 6,42 \text{ м}$$

де a, c - ширина кузова і колія вантажного автомобіля;

$$z_{k1} = \sqrt{0.1 + 0.0075 \cdot v_1} = \sqrt{0.1 + 0.0075 \cdot 90} = 0.88 \text{ м}$$

$$z_{k2} = \sqrt{0.1 + 0.0075 \cdot v_2} = \sqrt{0.1 + 0.0075 \cdot 63} = 0.76 \text{ м}$$

z_a - зазор безпеки між кузовами автомобілів при обгоні, залежить від швидкості руху зустрічних автомобілів V_1 і V_2 :

$$z_a = 0.3 + 0.075 \cdot \sqrt{v_1 + v_2} = 0.3 + 0.075 \cdot \sqrt{90 + 63} = 1.23 \text{ м};$$

Приймаємо для дороги категорії III ширину проїзної частини $b=7,0$ м, ширину узбіччя 0.5 м, ширину дорожнього полотна 12 м (таблиця 3.3.)

Таблиця 3.3.

№ п/п	Найменування технічних показників	Вимірювач	Отримано за розрахунками	По Нормам	Прийнято для проектування
1	S_1	м	208.456	160	160
2	S_2	м	376.033		380
3	$R_{\text{вып. min}}$	м	6650,744	8000	8000
4	$R_{\text{вог. min}}$	м	2000	6000	6000
5	R_{min}	м	470	2000	2000
6	b	м	6,42	7,0	7,0

РОЗДІЛ 4

ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЯНКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ОДЕСА-МЕЛІТОПОЛЬ НА ДІЛЯНЦІ км 55+000 – км 66+000

4.1. План траси автомобільної дороги.

Проектування плану траси включає:

- винесіння перешкод трасуванню і контрольних точок;
- нанесення варіантів плану траси;
- підбір радіусів і довжин перехідних кривих закруглень;
- пікетаж і складання відомості кутів поворота, прямих і кривих;
- складання креслення «План траси».

Вихідною інформацією для проектування плану траси є карта 1:10000, початковий і кінцевий пункти і напрямки входу в них, перешкоди трасуванню.

4.1.1. Нанесення плану траси.

План траси наносимо методом пружної лінії, очертання дроту закріплюємо на плані олівцем. Після цього вимірюю кути поворота траси в місцях зміни напрямку прямих, відстань між вершинами кутів, відстань від початку і кінця траси до найближчої ВУ, а також бісектриси закруглення.

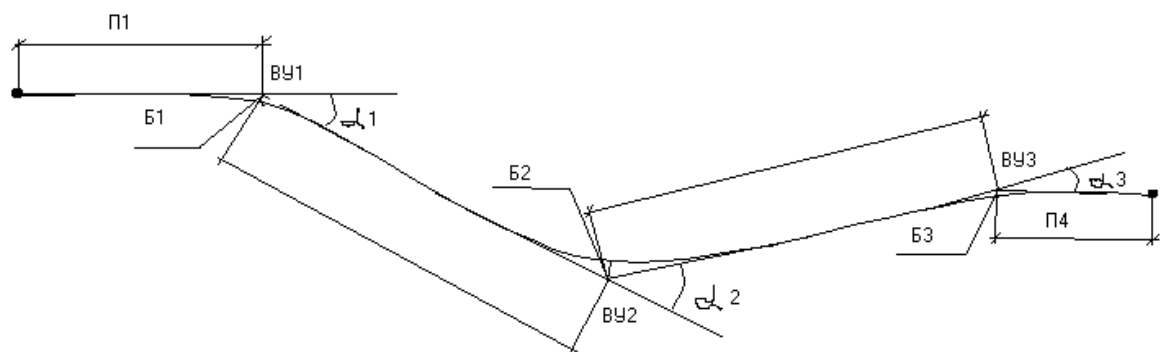


Рис. 4.1. Схема заміни криволінійного плану траси ламаним очертанням

4.1.2. Підбір радіусів колових кривих та заокруглень.

Радіус кривих, як правило, призначають не менше рекомендованого. Якщо його неможливо вписати, то доцільно змінити положення вершини кута з метою зняття обмеження, що змусило зменшувати радіус. Якщо така зміна положення вершини кута неможлива, то зменшують радіус нижче рекомендованого.

Орієнтовно радіуси заокруглень визначають по величині бісектриси B_i і кута поворота $R_{бі} = B_i / (1/\cos(\alpha/2) - 1)$

Перевіряють достатність довжин прямих Π_i . Якщо відбувається накладання, то необхідно зменшити радіуси заокруглення так, щоб вони були не менше мінімального.

$$\alpha_1 = 22^\circ$$

$$B_1 = 37,55 \text{ м}$$

$$R_1 = 2006 \text{ м}$$

$$T_1 = 390 \text{ м}$$

$$\alpha_2 = 44^\circ$$

$$B_2 = 135,62 \text{ м}$$

$$R_2 = 2006 \text{ м}$$

$$T_2 = 750 \text{ м}$$

$$\Pi_1 = 390 \text{ м}$$

$$\Pi_2 = 1245 \text{ м}$$

$$\Pi_3 = 1835 \text{ м}$$

$\Pi_2 > T_1 + T_2$, відповідно, достатність довжин прямих підтверджується

4.1.3. Пікетаж і складання відомостей прямих і кривих.

Пікетаж включає нанесення пікетів і плюсових точок на трасі за допомогою вимірювача і встановлення пікетного положення вершин кутів поворота.

$$\text{ПК ВУ1} = \text{НХ} + \Pi_1 = 0 + 390 = 3 + 90$$

$$\text{ПК ВУ2} = \text{ВУ1} + \Pi_2 - D_1 = 390 + 1105 - 9,75 = 14 + 85,25$$

$$\text{ПК КХ} = \sum \Pi_i - \sum D_i = 390 + 1105 + 1920 - 9,75 - 32,9 = 33 + 72,35$$

Для складання відомості прямих і кривих на кожному заокругленні при відомих значеннях α , R, L розраховують решту елементів заокруглення, пікетні положення основних точок заокруглення, довжини решти прямих ділянок траси та їх румби.

Правильність складання відомості прямих і кривих перевіряють по довжині траси:

$$KX - NX = \sum P - \sum D$$

по домерам $2\sum T - \sum K = \sum D$

по румбам $R_{кх} - R_{нх} = \sum \alpha_{пр} - \sum \alpha_{лев}$

Вибір варіанту траси виконують по довжині, числу кутів поворота з радіусами менше рекомендованих, кількості мостів, шляхопроводів, труб.

Виконано перевірку правильності складання відомості прямих і кривих:

-по довжині траси:

$$KX - NX = \sum P - \sum D;$$

$$3395,71 - 0 = 390 + 1245 + 1835 - 9,75 - 64,54$$

-по домерам:

$$2\sum T - \sum K = \sum D;$$

$$2*(390 + 750) - (770,25 + 1435,46) = (9,75 + 64,54)$$

Перевіряння виконується

Виконано перевіряння правильності складання відомості прямих і кривих:

-по довжині траси:

$$KX - NX = \sum P - \sum D;$$

$$372,35 - 0,00 = 390 + 1105 + 1920 - 9,75 - 32,9$$

-по домерам:

$$2\sum T - \sum K = \sum D;$$

$$2*(390 + 595) - (770,25 + 1157,10) = (9,75 + 32,9)$$

Перевіряння виконується

4.2 Поздовжній профіль.

Проектування поздовжнього профіля включає:

- нанесення вихідної інформації;
- призначення контрольних точок і керівних відміток;
- складання варіантів проектної лінії;
- проектування кюветів.

4.2.1 Нанесення вихідної інформації.

До вихідної інформації відносяться:

- план траси;
- чорний профіль по вісі траси;
- геологічна будова місцевості по вісі дороги.

Чорний профіль – поздовжній профіль поверхні землі вздовж вісі траси. Для його побудови по карті в горизонталях на всіх пікетах, переломах місцевості, в місцях пересічення з водотоками, автомобільними дорогами визначають відмітку поверхні з точністю до 1 см. Якщо точка знаходиться між горизонталями карти, то її відмітку знаходимо методом інтерполяції. Якщо точка знаходиться в межах замкненої горизонталі, то її відмітку розраховують методом екстраполяції.

4.2.2 Призначення контрольних і керівних робочих відміток поздовжнього профілю.

Контрольні точки

Контрольними точками поздовжнього профіля є пересічення з автомобільними дорогами, водотоками.

Пересічення водотоків.

Водотоки бувають постійні (річки), відмічені на карті синьою лінією, і періодично діючі. Для встановлення положення останніх аналізуємо всі пониження чорного профіля за допомогою карти місцевості.

Контрольна відмітка:

по засипці над трубою

$$H_{\text{пр}} = H_{\text{ч}} + d + t + 0.5 + H + (0.5b + c)i_n,$$

де $H_{\text{ч}}$ – відмітка чорного профіля;

d – внутрішній діаметр круглої труби;

t – товщина стінки труби;

H – товщина дорожнього одягу;

b – ширина проїзної частини дороги II категорії;

c – ширина укріплювальної смуги;

i_n – похил проїзної частини.

по підвищенню брівки земляного полотна над рівнем води (РПВ), яке дорівнює 0,5м при безнапірному режимі і 1,0м - при напірному

$$H_{\text{пр}} = \text{УПВ} + 0,5(1,0) + (0,5b + c) i_n + (a - c) i_o,$$

$$\text{РПВ} = H_{\text{ч}} + h,$$

де a , i_o – ширина і поперечний похил узбіччя.

h - глибина води перед трубою.

$$h = 1,27 * d$$

Розраховуємо контрольні відмітки у труб.

ПК2+00.

1. По засипці над трубою (не менше 0,5м).

$$H_{\text{пр}} = 177,00 + 1,0 + 0,1 + 0,5 + 0,57 + (0,5 * 7,0 + 0,75) * 0,02 = 179,26 \text{ (м)}$$

2. по підвищенню брівки земляного полотна над рівнем води (РПВ), яке дорівнює 0,5м при безнапірному режимі.

$$H_{\text{пр}} = (177,00 + 1,27) + 0,5 + (0,5 * 7,0 + 0,75) * 0,02 + (3,0 - 0,75) * 0,04 = 178,95 \text{ (м)}$$

ПК4+00.

1. По засипці над трубою (не менше 0,5м).

$$H_{\text{пр}} = 175,56 + 1,0 + 0,1 + 0,5 + 0,57 + (0,5 * 7,0 + 0,75) * 0,02 = 177,82 \text{ (м)}$$

2. по підвищенню брівки земляного полотна над рівнем води (РПВ), яке дорівнює 0,5м при безнапірному режимі.

$$H_{\text{пр}} = (175,56+1,27)+0,5+(0,5*7,0+0,75)*0,02+(3,0-0,75)*0,04=177,51 \text{ (м)}$$

ПК9+00.

1. По засипці над трубою (не менше 0,5м).

$$H_{\text{пр}} = 188,05+1,0+0,1+0,5+0,57+(0,5*7,0+0,75)*0,02=190,31 \text{ (м)}$$

2. по підвищенню брівки земляного полотна над рівнем води (РПВ), яке дорівнює 0,5м при безнапірному режимі.

$$H_{\text{пр}} = (188,05+1,27)+0,5+(0,5*7,0+0,75)*0,02+(3,0-0,75)*0,04=190,00 \text{ (м)}$$

ПК17+35.

1. По засипці над трубою (не менше 0,5м).

$$H_{\text{пр}} = 161,88+1,5+0,1+0,5+0,57+(0,5*7,0+0,75)*0,02=164,64 \text{ (м)}$$

2. по підвищенню брівки земляного полотна над рівнем води (РПВ), яке дорівнює 0,5м при безнапірному режимі.

$$H_{\text{пр}} = (161,88+1,91)+0,5+(0,5*7,0+0,75)*0,02+(3,0-0,75)*0,04=164,47 \text{ (м)}$$

ПК18+85.

1. По засипці над трубою (не менше 0,5м).

$$H_{\text{пр}} = 158,27+1,8+0,1+0,5+0,57+(0,5*7,0+0,75)*0,02=161,33 \text{ (м)}$$

2. по підвищенню брівки земляного полотна над рівнем води (РПВ), яке дорівнює 0,5м при безнапірному режимі.

$$H_{\text{пр}} = (158,27+2,29)+0,5+(0,5*7,0+0,75)*0,02+(3,0-0,75)*0,04=161,24 \text{ (м)}$$

ПК23+00.

1. По засипці над трубою (не менше 0,5м).

$$H_{\text{пр}} = 167,73+1,0+0,1+0,5+0,57+(0,5*7,0+0,75)*0,02=169,99 \text{ (м)}$$

2. по підвищенню брівки земляного полотна над рівнем води (РПВ), яке дорівнює 0,5м при безнапірному режимі.

$$H_{\text{пр}} = (167,73+1,27)+0,5+(0,5*7,0+0,75)*0,02+(3,0-0,75)*0,04=169,68 \text{ (м)}$$

Керівні робочі відмітки.

Проектну лінію (брівку земляного полотна) слід проектувати по

обгортаючій (в насипах). Керівні робочі відмітки h_p . Мінімальні висоти насипу розраховують:

- по забезпеченню снігонезаносності дороги на відкритих ділянках:

$$h_p = h_{CH5\%} + \Delta h + (0,5b + c)i + (a - c)i = 0,5 + 0,7 + (0,5 * 7 + 0,75) * 0,02 + (3 - 0,75) * 0,04 = 1,38 \text{ м}$$

де $h_{CH5\%}$ - висота снігу в даній місцевості з ймовірністю перевищення 5%;

Δh - запас висоти насипу над сніжним покривом для розміщення снігу, який скидається з дороги і збільшення швидкості снігового потоку над дорогою для IV категорії.

в) по забезпеченню достатнього водяного режиму земляного полотна на ділянках 2-го типу місцевості по зволоженню

$$h_p^2 = H_{мин}^2 + H_{до} + (0,5b + c) \cdot i_n = 0,8 + 0,57 + (0,5 * 7 + 0,75) * 0,02 = 1,46 \text{ м ,}$$

де $H_{мин}^{2(3)}$ - мінімальне підвищення низу дорожнього одягу над поверхнею землі з незабезпеченим стоком ($H_{мин}^2$) чи над рівнем ґрунтових вод ($H_{мин}^3$);

$H_{до}$ - товщина дорожнього одягу;

b, i_n - ширина і поперечний похил проїзної частини;

H_0 - глибина залягання ґрунтових вод

4.2.3 Складання проектної лінії.

Проектну лінію проектують методом тангенсів. Для цього намічаємо на профілі контрольні точки і положення керівних робочих відміток. В переломи проектної лінії вписують криві. Розрахунок елементів кривих ведуть виходячи з схеми.

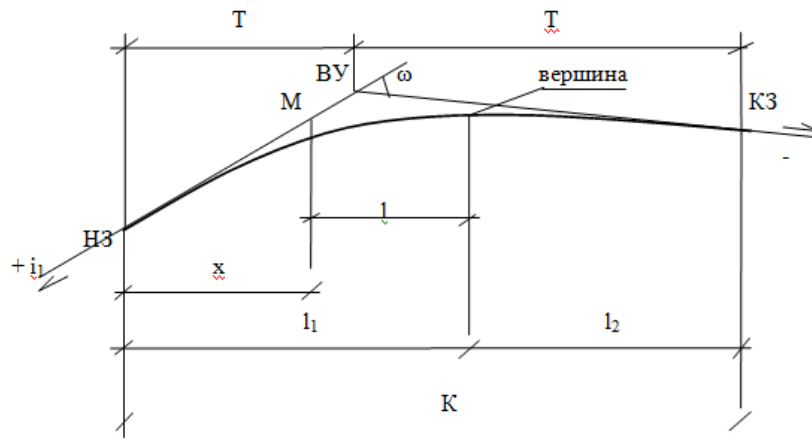


Рис. 4.2. Схема до розрахунку вертикальної кривої

Довжина вертикальної кривої K радіусу R і тангенсу T дорівнює:

$$K = \omega * R = i_1 - (-i_2) * R; \quad T = 0.5K;$$

Пікетне положення початку і кінця кривої: $HЗ = ВУ - T$; $КЗ = ВУ + T$;

Відмітки початку і кінця заокруглення: $H_{HЗ} = H_{ВУ} - T * i_1$; $H_{КЗ} = H_{ВУ} + T * (-i_2)$;

Вершина кривої розташована на відстані l_1 від її початку і l_2 від її кінця:

$$l_1 = i_1 * R; \quad l_2 = i_2 * R;$$

Відмітки вершини кривої: $H_B = H_{HЗ} + (l_1)^2 / 2R$;

Відмітка точок на кривій (наприклад точки M):

$$H_M = H'_M - y = H_{HЗ} + x * i_1 - x^2 / 2R;$$

$$H_M = H_B - h = H_B - l^2 / 2R;$$

Розраховую робочі відмітки (висоту насипів і глибину виїмок) як різницю відміток на чорному профілі і проектних.

4.2.4 Проектування кюветів.

Кювети необхідно улаштувати в виступах, на ділянках низьких насипів і нульових відмітках, там, де висота насипу менше глибини кювета.

Проектування кюветів включає:

1. проектування поздовжнього профіля дна кювета;
2. призначення укріплення кюветів;

Для запобігання розриву дно і стіни кювета укріплюють. Приймають наступні типи укріплення в залежності від поздовжнього похилу:

- а) засів трав з плануванням при похилах до 20‰;
- б) одерновка укосів і укріплення дна гравієм (щебенем) при поздовжніх похилах дна до 30‰;
- в) мостіння укосів і дна каменем, бетонними плитами при похилі 30-50‰;
- г) перепади, швидкотоки при похилі >50‰.

Типи укріплення призначають по величині поздовжнього похила проектної лінії.

4.2.5 Нанесення геологічного профілю.

Геологічна будова місцевості наноситься нижче лінії чорного профіля в масштабі 1:50. Вздовж траси через 200-300 м намічають шурфи глибиною до 2.0м чи скважини (у виїмках, у штучних споруд).

Геологічний профіль знизу обмежується тонкою пунктирною лінією. Проводимо вертикальні лінії, які відповідають пікетам і плюсовим точкам, як на чорному профілі.

Шурфи на геологічному профілі позначають у вигляді колонки шириною 4 мм, скважини – шириною 2 мм. У колонки знизу позначають положення шару ґрунту, рахуючи від поверхні, глибину шурфа.

4.3 Поперечні профілі земляного полотна і проїзної частини.

Поперечні профілі земляного полотна проектують одночасно з поздовжнім профілем дороги.

1. Типові поперечні профілі насипів:
2. насипи (висотою до 1м 3 кат.) крутизна укоса $m=3$; від 1м до 2м $m=4$;
3. високі насипи (висотою від 2м до 12м) крутизна укосу $m_1=1.75$
 $m_2=m_1+0.25$;

Всі поперечні профілі зображені на кресленні.

РОЗДІЛ 5 КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Конструкцію дорожнього одягу з сіркоасфальтобетонним покриттям при капітальному ремонті автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000 вибирають виходячи з вимог до міцності всієї конструкції, природних умов і місцевих матеріалів. Поперечний похил асфальтобетонних покриттів призначають в межах 15...20%. Такий же похил повинна мати основа.

Покриття з сіркоасфальтового бетону улаштовують на дорогах з поздовжнім похилом до 60%, при чому при похилах більше 40 % обов'язково улаштування шорсткої поверхні. Основу улаштовують ширше покриття на 0,5 м в кожний бік. На дорогах I і II технічних категорій поширені основи – необхідний елемент конструкції.

Щоб попередити руйнування бокової кромки проїзної частини і не допустити попадання води під дорожній одяг, простір над поширеною основою заповнюють водонепроникним матеріалом. Крайові смуги вздовж кромки проїзної частини повинні бути світліше, ніж проїзна частина, для підвищення безпеки руху, особливо в нічний час. Приклади конструктивних профілів дорожніх одягів наведені на рис. 5.1.

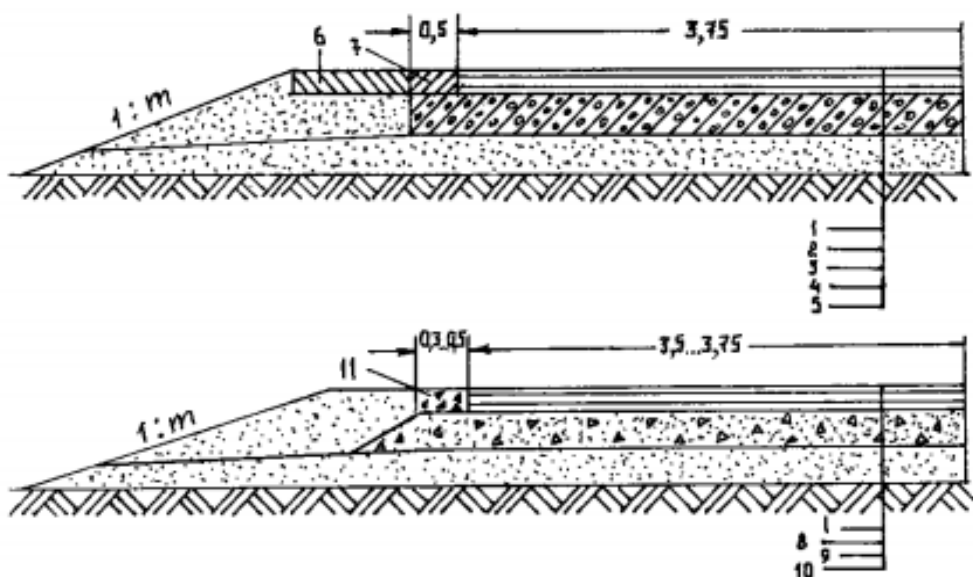


Рис. 5.1 – Конструктивні профілі дорожніх одягів

1 – сіркоасфальтобетон, верхній шар, 3 см;

- 2 – те ж нижній шар, 4 см;
- 3 - те ж нижній шар, 5 см;
- 4 – цементобетон, 20 см
- 5 – піщаний шар, 18 см
- 6 - бітумо-мінеральна суміш
- 7 – плити з білого цементобетону
- 8 – асфальтобетон, нижній шар, 4,5 см
- 9 – щебенева основа з поливанням бітуму, 16 см
- 10 – піщаний шар, 18 см
- 11 – засипка світлим щебенем

Улаштовуючи основу з необробленого щебеню, перед останнім розсипанням розклинцювуючого матеріалу рекомендується розливати бітум в кількості 2...2,5 л/м² для підвищення зсувостійкості щебеневої основи з гравійного матеріалу; крім того, необхідно вводити в нього дроблений гравій чи щебінь в кількості не менше 30% від загального обсягу.

Холодний сіркоасфальтобетон улаштовують на основу з чорного щебеню чи на нижній шар з горячого крупнозернистого асфальтобетону, на основу, улаштовану способом просочення, чи на існуюче чорне покриття. На дорогах з невеликою інтенсивністю руху покриття з холодного сіркоасфальтобетону можна улаштовувати на щебеневій чи цементогрунтовій основі, з попередньою підгрунтовкою рідким бітумом в кількості до 1 л/м².

Таким чином, для укладання в верхній шар покриття при капітальному ремонті автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000 був вибраний гарячий сірко асфальтобетон.

РОЗДІЛ 6

УЛАШТУВАННЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НА АВТОМОБІЛЬНІЙ ДОРОЗІ ОДЕСА-МЕЛІТОПОЛЬ НА ДІЛЯНЦІ км 55+000 – км 66+000

Малі водоперепускні споруди улаштовують в місцях пересічення автомобільної дороги з річками, оврагами, по яким стікає вода від дощів і тала вода. Кількість водоперепускних споруд залежить від кліматичних умов і рельєфу місцевості. Труби і мости повинні забезпечувати пропуск води без шкоди для дороги і дорожніх споруд.

Більшу частину водоперепускних споруд складають труби. Вони не змінюють умови руху автомобілів, не стісняють проїзну частину і узбіччя і не потребують зміни типу дорожнього покриття.

Проектування малих мостів і труб виконано в програмі Radon. Дані для розрахунку наведені нижче.

Проектування малого моста 1 варіант

Розрахункова витрата (м ³ /с)	1,32
Швидкість в стисненому перерізі (м/с)	1,54
Глибина води перед мостом (м)	0,35
Розрахунковий отвір (м)	4,75
Кількість прольотів	3
Будівельна висота (м)	0,72
Мінімальна висота моста (м)	1,28
Довжина моста (м)	12,10
Тип берегових опор	свайні опори із забірними стінками
Тип проміжних опор	свайні опори
Швидкість потоку за мостом (м ³ /с)	2,31
Довжина укріплення (м)	7,92
Глибина ковша розмиву (м)	0,32

Проектування малого моста 2 варіант

Розрахункова витрата (м ³ /с)	1,44
--	------

Швидкість в стисненому перерізі (м/с)	1,54
Глибина води перед мостом (м)	0,35
Розрахунковий отвір (м)	5,15
Кількість прольотів	3
Будівельна висота (м)	0,72
Мінімальна висота моста (м)	1,28
Довжина моста (м)	12,10
Тип берегових опор	свайні опори із забірними стінками
Тип проміжних опор	свайні опори
Швидкість потоку за мостом (м ³ /с)	2,31
Довжина укріплення (м)	13,68
Глибина ковша розмиву (м)	0,25

Проектування труби 1 варіант

1) Розрахункова витрата (м ³ /с)	0,57
Режим роботи труби	безнапірний
Діаметр труби (м)	0,75
Витрата (м ³ /с)	0,60
Глибина води перед трубою (м)	0,79
Швидкість на виході (м/с)	2,00
Тип оголовку	портальний
2) Розрахункова витрата (м ³ /с)	2,99
Режим роботи труби	напівнапірний
Діаметр труби (м)	1,25
Витрата (м ³ /с)	3
Глибина води перед трубою (м)	1,59
Швидкість на виході (м/с)	4,10
Тип оголовку	раструбний з нормальною вхідною ланкою
3) Розрахункова витрата (м ³ /с)	0,97
Режим роботи труби	напівнапірний

Діаметр труби (м)	1
Витрата (м ³ /с)	1,70
Глибина води перед трубою (м)	1,27
Швидкість на виході (м/с)	3,60
Тип оголовку	раструбний з нормальною вхідною ланкою

Проектирование труби 2 вариант

1) Розрахункова витрата (м ³ /с)	0,57
Режим роботи труби	напівнапірний
Діаметр труби (м)	1,00
Витрата (м ³ /с)	1,70
Глибина води перед трубою (м)	1,27
Швидкість на виході (м/с)	3,60
Тип оголовку	раструбний з нормальною вхідною ланкою
2) Розрахункова витрата (м ³ /с)	1,45
Режим работы труби	напівнапірний
Диаметр труби (м)	1,00
Витрата (м ³ /с)	1,70
Глибина води перед трубою (м)	1,27
Швидкість на виході (м/с)	3,60
Тип оголовку	раструбний з нормальною вхідною ланкою
3) Розрахункова витрата (м ³ /с)	1,07
Режим работы труби	напівнапірний
Диаметр труби (м)	1,00
Витрата (м ³ /с)	1,70
Глибина води перед трубою (м)	1,27
Швидкість на виході (м/с)	3,60
Тип оголовку	раструбний з нормальною вхідною ланкою
4) Розрахункова витрата (м ³ /с)	0,76
Режим работы труби	напівнапірний

Диаметр труби (м)	1,00
Витрата (м ³ /с)	1,70
Глибина води перед трубою (м)	1,27
Швидкість на виході (м/с)	3,60
Тип оголовку	раструбний з нормальною вхідною ланкою
5) Розрахункова витрата (м ³ /с)	1,41
Режим роботи труби	напівнапірний
Диаметр труби (м)	1,00
Витрата (м ³ /с)	1,70
Глибина води перед трубою (м)	1,27
Швидкість на виході (м/с)	3,60
Тип оголовку	раструбний з нормальною вхідною ланкою
б) Розрахункова витрата (м ³ /с)	1,63
Режим роботи труби	напівнапірний
Диаметр труби (м)	1,00
Витрата (м ³ /с)	1,70
Глибина води перед трубою (м)	1,27
Швидкість на виході (м/с)	3,60
Тип оголовку	раструбний з нормальною вхідною ланкою

При проведенні робіт з капітального ремонту на автомобільній дорозі Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000 прийнято улаштування труби на км 57+650 по другому варіанту.

РОЗДІЛ 7

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ СІРКОАСФАЛЬТОБЕТОНУ

7.1 Покриття з гарячих асфальтобетонних сумішей

В технологію улаштування асфальтобетонних покриттів входять наступні основні операції:

- приготування асфальтобетонної суміші;
- підготовка основи;
- транспортування суміші;
- укладання і ущільнення.

7.2 Приготування сіркоасфальтобетону

При використанні сірки для виготовлення асфальтобетону необхідно точно дотримуватись температурного режиму технологічних процесів. Температура – це фактор, який має велике значення і впливає на хід реакції сірки з бітумом. Як відомо, бітум є колоїдно-дисперсною системою, яка складається переважно з асфальтенів, що створюють дисперсну фазу, і насичених вуглеводородів (які називаються парафіновими маслами), створюють рідку фазу і стабілізують систему ароматично-нафталінових речовин (смола). Введення сірки в бітум сприяє процесу дегідрогенізації вуглеводних ланцюгів, і у зв'язку з цим вони піддаються циклізації, що призводить до підвищення кількості з'єднань асфальтенового типу.

Дослідження показали, що масла, які містяться в бітумі, починають реагувати з сіркою за температури вище 130 °С, а асфальтени – при температурі в діапазоні від 140 до 150 °С. Це визначає граничні температури виробництва СБВ і температурні режими технологічного процесу. Нижню температурну межу в технологічному процесі визначає температура плавлення сірки (близько 120°С). У зв'язку з цим границя технологічних температур дуже вузька. Технологічні процеси повинні відбуватися при температурі від 130 до 140 °С. В цьому діапазоні температур шкідливі сірчані

гази практично не впливають на здоров'я людини. Тому приготування асфальтобетонної суміші проводять наступним чином: в окремій ємності розігрівають бітум до температури 130-140 °С і також в окремій ємності розігрівають сірку до температури 120-130 °С. В розчин розігрітої сірки вводять модифікатор – кристалічний йод. Час перемішування сірки з модифікатором складає 5-10 хв. Потім вливали рідку модифіковану сірку в гарячий бітум і перемішували близько 10 хв.

Заповнювачі (щебінь і пісок) та кеки гріли до температури 140 °С. Складові (щебінь, пісок, кек і бітум з модифікованою сіркою) перемішували при температурі 135 °С протягом 5-10 хв. Слід враховувати, що температура складових і сіркоасфальтобетонної суміші не повинна перевищувати 140 °С, щоб виключити виділення шкідливих газів сірководню (H_2S) та двоокису сірки (SO_2). Ця температура, як вже відмічалось, значно нижче, ніж при отриманні звичайного асфальтобетону. Під час приготування асфальтобетону з СБВ не було виділення шкідливих газів. Спостереження показали, що застосування СБВ призводить до прискорення процесу обволакування в'язучим зерен мінеральної суміші, а тим самим і до швидшого отримання асфальтобетонної суміші.

Приготовлену на заводі суміш транспортують до місця укладання автомобілями-самоскидами. Якість асфальтобетонної суміші залежить від її температури. Якісна суміш при доставці на трасу утворює в кузові самоскида пологий конус, має рівномірний чорний колір, не димить, рухома, не має комків і плям бітуму.

Оскільки, як вже відмічалось раніше, температура суміші по прибиттю до місця укладання повинна бути не нижче: для горячих сумішей +120°С, для теплих сумішей +80°С, орієнтовні допустимі відстані транспортування складають: в жарку погоду – 40...50 км – для горячих сумішей і 60...80 км – для теплих сумішей, в прохолодну погоду – 20...30 км – для горячих сумішей і 40...50 км – для теплих. Теплу асфальтобетонну суміш можна укладати при температурі повітря до -5°С, горячу – до +5°С.

Такі обмеження викликані тим, що укладена на основу суміш дуже інтенсивно остигає, і покриття може залишитися неуцільненим. Перед укладанням покриття необхідно перевірити основу. При виявленні значних нерівностей його вирівнюють шляхом розсипання чорного щебеню з наступним ущільненням. Основу перед укладанням суміші ретельно очищують від пилу і бруду для того, щоб асфальтобетонне покриття мало з ним міцне зчеплення.

Для видалення пилу і бруду доцільно використовувати, окрім механічних щіток, компресорне дуття. Зчеплення покриття з нижчерозташованим шаром посилюють за рахунок підгрунтовки емульсією чи рідким бітумом за добу до укладання покриття – при застосуванні рідкого бітуму класу СГ – і за дві доби – при застосуванні рідкого бітуму класу МГ. Витрата в'язучого для підгрунтовки складає 0,5...0,6 л/м².

Підгрунтовку виконують по основі, не обробленим органічними в'язучими, чи по старим чорним покриттям, які використовуються в якості основи. Сіркоасфальтобетонну суміш в покриття укладають асфальтоукладацьником, що дає достатню рівність, щільність і міцність покриття по ширині і товщині. Ширину укладеної смуги можливо змінювати від 3 до 3,75 м, товщину шару – від 3 до 15 см.

Технологічний процес улаштування покриття з сіркоасфальтобетонної суміші складається з наступних основних операцій:

- очистки основи від пилу і бруду;
- підвезення і вивантаження в бункер асфальтоукладацьника готової суміші;
- розподілення суміші шаром необхідної товщини по основі;
- ущільнення його котками різної маси.

Технологічна схема улаштування двошарового асфальтобетонного покриття із сіркоасфальтобетону зображена на рис. 7.1.

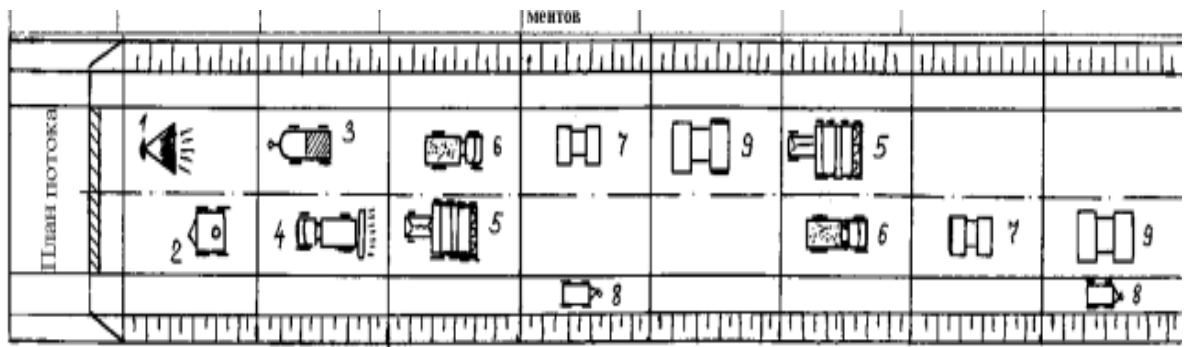


Рис. 7.1 Технологічна схема улаштування двошарового асфальтобетонного покриття з гарячого сіркоасфальтобетону

При укладанні суміші одним асфальтоукладачем роботу виконують чергово на двох смугах. Рекомендується укласти суміш двома асфальтоукладачами, які працюють одночасно на двох суміжних смугах, з відставанням одного від іншого на 10...15 м. Перше наповнення укладача сіркоасфальтобетонною сумішшю виконується не в русі, а на місці. При цьому включають живлення і подають суміш до шнеків і відображуючої плити. Коли заповниться простір під шнеками, їх включають для рівномірного розподілення суміші по всій ширині укладача. Рух укладача можливо починати, коли заповнений весь простір перед відображуючої плитою. Одночасно включають трамбуєчий брус.

Укочування шарів починають після того, як температура розкладеної по основі гарячої суміші знизиться до 100°C. Ущільнювати покриття починають легкими котками масою 6...8 т, а закінчують важкими – масою 10...15 т. Довжина укочуваної захватки зазвичай складає 10...15 м. Щоб не виникла хвиля, коток при перших проходах повинен рухатися ведучими вальцями вперед. Робоча швидкість котків при ущільненні асфальтобетонних сумішей: на початку укладання – до 2 км/год; після 5...6 проходів по одному відбитку – до 3...5 км/год – для гладковальцьових котків, 5...8 км/год – для котків на пневматичних шинах і до 2...3 км/год – для вібротків. Укочування ведуть від країв смуги до середини з перекриттям попереднього відбитку на 20...30 см.

Необхідний задел нижнього шару для успішного безперебійного укладання верхнього – не менше змінної захватки (від 250...300 до 500...700 м при використанні високопродуктивних машин). Довжина змінної захватки визначається з наступного виразу:

$$L = \frac{Q \cdot K_n \cdot 1000}{b(P_1 + P_2)}$$

де Q – змінна продуктивність АБЗ, т (визначається в залежності від оптимальної швидкості потоку, м/зміну);

K_n – коефіцієнт, який враховує втрати суміші при транспортуванні і укладанні, K_n=0,98;

b – ширина покриття, що улаштується, м;

P₁ і P₂ – відповідно витрата суміші на 1 м² шару, що укладається і витрата дрібного обробленого в'яжучими щебеню на 1 м².

Товщина асфальтобетонних шарів вказана в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Розрахункові значення товщини асфальтобетонного покриття із сіркоасфальтобетонної і традиційної сумішей

Конструктивний шар	Товщина шару, см	Конструктивний шар	Товщина шару, см
Одношарове покриття: з гарячого сіркоасфальтобетону з холодного сіркоасфальтобетону	4-6 3-4	Загальна товщина двошарових покриттів з верхнім шаром: з щебеневого асфальтобетону (тип А, Б, В) з піщаного асфальтобетону (тип Г, Д)	7,5-13 7-9,5
Двошарове покриття: Верхній шар – з дрібно- і середньозернистого сіркоасфальтобетону Те ж з традиційного сіркоасфальтобетону	3,5-5,0 4,0-5,5	Найбільша товщина шару покриття з холодного асфальтобетону	12
Нижній шар - з середньозернистого сіркоасфальтобетону Те ж з традиційного асфальтобетону	5-6 6-8	Найменша товщина покриття з холодного асфальтобетону	3

Основа з обробленого (чорного) щебеню чи пористої сіркоасфальтобетонної суміші	до 8	Найменша товщина захисного шару (поверхневої обробки)	1,5
--	------	---	-----

Аналізуючи дані таблиці 7.1 видно, що використання сіркоасфальтобетону дозволяє знизити товщину шару покриття без зниження міцності і надійності.

РОЗДІЛ 8

ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

8.1 Розробка календарного графіку проведення робіт з

капітального ремонту на автомобільній дорозі Одеса-

Мелітополь,

км 55+000 – км 66+000

Календарний графік повинен забезпечувати оптимальну організацію будівництва, тобто виконання всіх робіт в мінімальні строки з рівномірним використанням протягом всього будівництва робочої сили, дорожніх і транспортних машин.

Найбільш прогресивним методом будівництва є потоковий метод. При цьому методі всі основні роботи ведуться спеціалізованими пересувними будівельними підрозділами. Эти подразделения движутся по дороге в технологической последовательности, оставляя за собой полностью законченные работы.

Розробка графіків потреби в робочій силі і машинах.

1) Склад ланки на виконання підготовчих робіт:

- Зняття рослинного шару бульдозером ДЗ-35С з розпушувачем з неповоротним відвалом на гусеничному тракторі Т-180КС

$$П = 80 \text{ м}^3/\text{см} \quad n = V_{\text{см}}/П = 710 \text{ м}^3/80 = 9,0 \quad 9 \text{ машиністів 6 розряду}$$

- Ущільнення підшоши насипу причіпними котками ДУ-9В

$$П = 160 \text{ м}^3/\text{см} \quad n = 5 \quad 5 \text{ машиністів 5 розряду}$$

2) Склад ланки для будівництва труб:

Автокран КС-4362	1
Бульдозер ТС-10	1
Коток на пневмошинах ДУ-68	1
Автомобілі-самоскиди	3
Бітумний котел	1

Дорожні водії 6

Будівельні робочі 6

Всього машин – 6 робочих і водіїв – 12

3) Склад ланки по зведенню земляного полотна:

- Розробка ґрунту екскаватором Э-2503 з ємністю ковша $1,5 \text{ м}^3$.

$$V = 442686 \text{ м}^3 \quad \Pi = 750 \text{ м}^3/\text{см} \quad n = 41.$$

Кількість днів – 48 41 водій

- Грубе планування ґрунту бульдозером потужністю 80 л.с.

$$\Pi = 80 \text{ м}^3/\text{см} \quad n = 7 \quad 7 \text{ машиністів 6 розряду}$$

- Ущільнення ґрунту причіпними котками 25 т на пневмомашинах

$$n = 15$$

4) Склад скреперної ланки

Розробка ґрунту скрепером Д-498 і переміщення його на відстань 200 м. $V = 161887 \text{ м}^3$ Кількість днів – 30.

Скрепер Д-498 з ємністю ковша 7 м^3 4

Бульдозер ДЗ-124 з розпушувачем на гусеничному тракторі Т-330 1

Коток ДУ-31А на пневмошинах 1

Машиністів – 6 люд. Робочих – 4 люд.

5) Склад ланки з улаштування піщаного підстиляючого шару:

- Розробка піску в кар'єрі екскаватором Э-656 з ковшем ємністю 1 м^3 з навантаженням піску в автосамоскиди МАЗ. $V = 26625 \text{ м}^3$

Екскаватор Э-656 2

Автосамоскиди МАЗ 80

Автогрейдер ДЗ-99А 2

Моторний коток Д-400А 10

Поливомийна машина ПМ-130 2

Машини, водії, робочі 100 осіб.

6) Склад ланки з улаштування нижнього шару основи

$$V = 10650 \text{ м}^3$$

Екскаватор Э-656 1

Автосамоскиди МАЗ	45
Універсальний укладач	1
Поливомийна машина ПМ-130	1
Котки	5
Машини, водії, робочі	60 осіб.
7) Склад ланки з улаштування верхнього шару основи	
$V = 8520 \text{ м}^3$	
Екскаватор Э-656	1
Автосамоскиди МАЗ	36
Поливомийна машина ПМ-130	1
Котки	5
Машини, водії, робочі	60 осіб.
8) Склад ланки з улаштування двошарового асфальтобетонного покриття	
а) нижній шар	
Асфальтоукладач Д113	2
Коток ДУ-49А	2
ДУ-29	2
Автосамоскиди МАЗ	90
Автогудронатор Д-640	2
Поливомийна машина ПМ-130	2
б) верхній шар	
Асфальтоукладач Д113	2
Коток ДУ-49А	2
ДУ-29	2
Автосамоскиди МАЗ	90
Автогудронатор Д-640	2
Поливомийна машина ПМ-130	2
9) Склад ланки з облаштування дороги	
Дорожні робочі	15
Водії	4

Бурильно-кранова машина БКГМ-6603 1

Автокран 1

Автосамоскиди 2

Таким чином, для проведення робіт був вибраний потоковий метод, який є найбільш прогресивним і дає змогу отримати високу якість виконаних робіт. Використання сіркоасфальтобетону не потребує застосування нових машин і механізмів.

Правила експлуатаційного утримання асфальтобетонних покриттів включають інженерно-технічні заходи з систематичного догляду за покриттями з метою підтримання відповідного рівня вимог і експлуатаційного стану автомобільних доріг.

Характер заходів і обсяг робіт з експлуатаційного утримання дорожніх покриттів залежить від календарного періоду року і рівня вимог до автомобільної дороги.

У весняно-літньо-осінній період року слід виконувати:

- локальне відновлення дорожнього одягу на ділянках із здиманнями і слабкими ґрунтами на площі до 1000 м²;
- догляд за ділянками доріг із здиманнями і слабкими ґрунтами з встановленням тимчасового огороження і регулюванням руху;
- усунення дрібних деформацій і пошкоджень асфальтобетонних покриттів (вибоїн, просадок, викришувань та інших дефектів) з нарізанням і без нарізання «карт», усунення дефектів на ділянках раніше виконаного ремонту, в тому числі заміну литого асфальтобетону;
 - усунення слизькості, що викликана випотіванням бітуму;
 - покриттів від поверхневих руйнувань;
 - усунення пошкоджень бордюрів, заміну окремих бордюрних каменів;
 - профілактичні роботи по локальній заміні дефектних ділянок дорожнього покриття (покриття з сіткою тріщин, лущенням, накопиченням вибоїн, в тому числі відремонтовані без нарізання «карт» в зимовий період

року) чи їх тимчасовій консервації. Площа ділянки профілактичних робіт не повинна перевищувати 2000 м²;

- герметизацію тріщин;
- відновлення і заповнення деформаційних швів.

В зимовий період року слід виконувати:

– заходи по боротьбі з ямковістю (максимально оперативний ремонт дрібних вибоїн без нарізання «карт» з метою забезпечення вимог до експлуатаційного стану, допустимого за умовами забезпечення безпеки дорожнього руху);

– усунення вибоїн на асфальтобетонних покриттях з нарізанням «карт», при цьому площа «карти» не повинна перевищувати 1,0 м² на автомобільних дорогах 1-2 категорій і 2,0 м² на автомобільних дорогах 3-4 категорій.

– очищення від сміття і прибирання сторонніх предметів на дорожніх покриттях виконують цілорічно.

Очищення покриття. На початку весняно-літньо-осіннього періоду покриття очищують від бруду і фрикційних залишків протижелезних матеріалів. Очищення покриття починають від вісі дороги з переміщенням до кромки проїзної частини. Проїзну частину з розділювальною смугою починають прибирати від лівої за ходом руху кромки (бордюра) покриття. Наступні проходи машин повинні перекривати попередні на 0,25-0,5 м.

Очищення покриття в літній період виконують сухим чи вологим способом. Витрата води при вологому способі очищення складає від 0,9 до 1,2 л/м², в залежності від режиму роботи прибиральної техніки.

Локальне відновлення дорожнього одягу. На ослаблених ділянках (перезволоження земляного полотна, здимання) виконують локальні заходи (на площі до 1000 м²) по збільшенню несучої здатності дорожньої конструкції. При великій кількості ослаблених ділянок до закінчення робіт з відновлення дорожнього одягу обмежують рух автомобільного транспорту великої вантажопід'ємності, знижують швидкість чи повністю закривають проїзд, переводячи його на спеціально підготовлені об'їзди. При виконанні

цих заходів необхідно керуватися вимогами Технічних правил ремонту та утримання автомобільних доріг П – Г.1-113:2009.

Усунення вибоїн, просядок на асфальтобетонних покриттях у весняно-осінній період. У весняно-літньо-осінній період року з моменту настання середньодобової температури повітря більше 5 °С виконують роботи з усунення вибоїн і просядок на асфальтобетонних покриттях з нарізанням чи без нарізання «карт». Для ремонту вибоїн і просядок застосовують матеріали і технології, які наведені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Матеріали і технології, які застосовуються у весняно-літньо-осінній період

Матеріали і технології	Рівень вимог	Температура матеріала при укладанні, °С, не нижче
<p>1. Асфальтобетонні суміші згідно ДСТУ Б.В.2.7-119:2011:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Гарячі марки І з використанням в'язких бітумів, з глибиною проникання голки при 25 °С від 50 до 90 мм⁻¹ - Гарячі марки І і ІІ з використанням в'язких бітумів з глибиною проникання голки при 25 °С від 70 до 130 мм⁻¹ - Гарячі марки ІІ і ІІІ з використанням в'язких бітумів з глибиною проникання голки при 25 °С від 70 до 130 мм⁻¹ - Теплі марки ІІ з використанням в'язких бітумів з глибиною проникання голки при 25 °С від 70 до 300 мм⁻¹ - Теплі марки ІІ з використанням рідких бітумів з глибиною проникання голки при 25 °С від 130 	<p>1-3</p> <p>1-5</p> <p>3-5</p> <p>3-5</p>	<p>130</p> <p>120</p> <p>100</p> <p>70</p>

до 200 мм ⁻¹		
Органо-мінеральні суміші, що складаються	1-5	5
Струменево-інжекційна технологія	1-5	5

Склад робіт з усунення вибоїн і просядок з нарізанням «карт» повинен включати:

1. Розмітку контурів «карт». При розмітці контурів «карт» в одну «карту» включають всі вибоїни, в тому числі зароблені в зимовий період без нарізання «карт», розташовані рядом (не далі 1 м одна від іншої), із захватом непошкодженої частини покриття на ширину не менше 3 см, не допускаючи місць поздовжнього спряжиння по смугам накату. Розмітку контура «карти» виконують контрастними по відношенню до покриття матеріалами, які легко можуть бути видалені з покриття після завершення робіт. Допускається застосування для розмітки контура «карти» натертого крейдою шнура. Розмічений контур «карти» повинен складатися з прямих ліній, максимально паралельних і перпендикулярних вісі дороги (вимога не застосовується при усуненні вибоїн перед улаштуванням захисного чи вирівнюючого шару).

2. Нарізання «карт» по контуру розмітки з наступним розламуванням асфальтобетонного покриття всередині «карт» чи улаштування «карт» фрезеруванням з наступним вертикальним обрізанням стінок «карт». По розмічених лініях виконують нарізання поздовжніх і поперечних границь «карти» з наступним видаленням дефектного покриття внутрішньої частини «карти» чи фрезерування «карти» з наступною вертикальною обрізкою стінок «карти». Нарізання (фрезерування) «карти» виконують на глибину зруйнованого шару, але не менше ніж на 4 см. Стінки і дно «карти» повинні бути візуально рівними в вертикальній і горизонтальній площині відповідно.

3. Очищення і сушку «карт».

4. Дно підготовленої «карти» ґрунтують розрідженим бітумом чи швидкорозпадною бітумною емульсією. В'язкість розрідженого бітуму повинна бути від 110 до 140 градусів пенетрації, температура при нанесенні –

від 90°C до 100°C. Витрата розрідженого бітуму – від 0,4 до 0,6 л/м² , бітумної емульсії – від 0,7 до 0,9 л/м². Стінки «карти» грунтують бітумно-еластомірною мастикою МГБЕ Т-65. Для автомобільних доріг 3-4 категорій допускається застосування бітумної емульсії марки ЕБКД-Б. На автомобільних дорогах 1-2 категорії для герметизації місць спряжіння рекомендується по стінкам «карты» укласти бітумнополімерну стрічку. Стрічку укладають в наступній послідовності: 1) стрічку розрізають на частини, рівні сторонам «карты»; 2) з одного боку стрічки знімають захисний шар і приклеюють стрічку до попередньо нагрітих стінок «карты»; 3) після укладання стрічки видаляють захисний шар з другого її боку;

5. Укладання, розрівнювання і ущільнення суміші. Асфальтобетонні суміші укладають в «карту» з урахуванням коефіцієнта запасу на ущільнення, який визначають як відношення середньої щільності асфальтобетону до насипної щільності суміші.

Середню щільність асфальтобетону визначають. Насипну щільність суміші визначають шляхом зважування визначеного обсягу не ущільненої суміші. Орієнтовний коефіцієнт запасу на ущільнення сумішей – від 1,3 до 1,5. Укладання і розподілення суміші виконують вручну, рівномірно розподіляючи її по всій площі «карты». При цьому для забезпечення рівномірності розподілення суміші і дотримання запасу на ущільнення застосовують спеціальний аплікатор. Аплікатор являє собою рівний брус, що закріплений на двох опорах, встановлюється опорами на покриття і протягується двома робочими поперек «карты» з укладеному сумішшю.

Висота опор повинна відповідати запасу на ущільнення. За необхідності виконують підсіпку суміші і повторне протягування аплікатора. Ущільнення суміші в «карті» виконують малогабаритним віброкотком. За відсутності віброкотка допускається застосовувати віброплиту, при цьому площа «карты» не повинна перевищувати 5 м² . Ущільнення суміші віброплитою виконують від країв «карты» до її середини, виконуючи не менше двох проходів по одному сліду на кожний сантиметр

глибини. При використанні малогабаритного віброкотка спочатку виконують два проходи по одному сліду без вібрації, потім з включеною вібрацією – 4 проходи, якщо у котка два вібраційних вальці, чи 6 проходів, якщо один. Завершують ущільнення двома проходами котка без вібрації по контуру «карти». При глибині «карти» більше 7 см укладання і ущільнення суміші виконують ошарово. При цьому нижній шар ущільнюють віброплитою. Температура горячої асфальтобетонної суміші при закінченні ущільнення повинна бути не нижче 80 °С. Допускається корегування температурних режимів укладання і ущільнення горячих асфальтобетонних сумішей.

6. Поверхнева герметизацію місць спряжиння. Для герметизації застосовують бітумно-еластомірну мастику марки МГБЕ Т-65 чи бітумні емульсії марок ЕБМКД-Б-65 або ЕБлКД-Б-65 з температурою розм'якшення залишкового в'язучого не менше 65 °С. Для автомобільних доріг 3-4 категорій допускається застосування емульсії марки ЕБКД-Б. Ширина лінії герметизації повинна бути від 10 до 50 мм. Нанесений герметизуючий матеріал присипають піском з відсіву дроблення, щебенем марки ЩКМ чи гранітною крихтою з максимальним розміром зерен до 5,0 мм. Місця спряжиння ремонтного матеріалу з навколишнім покриттям на раніше відремонтованих вибоїнах підлягають повторній герметизації за умови, що вони не мають дефектів і розташовані на непошкодженому покритті.

7. Прибирання відходів і завантаження асфальтогрануляту чи асфальтобетонного лому. При появі на окремих ділянках асфальтобетонного покриття надлишку бітуму, що викликаний його випотіванням, їх присипають піском з відсіву дроблення, щебенем чи гранітною крихтою з максимальним розміром зерен до 5,0 мм.

Усунення вибоїн в зимовий період. Для усунення вибоїн в зимовий період застосовують матеріали і технології в залежності від температури навколишнього повітря при проведенні ремонтних робіт і рівня вимог автомобільної дороги згідно таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 - Матеріали і технології, які застосовуються в зимовий період

Матеріали і технології	Рівень вимог	Температура повітря, °С, не нижче
Холодні асфальтобетонні суміші	1-5	-20
Бітумомінеральні литі суміші	1-5	-20
Рецикльовані горячі суміші щільні і литі	2-5	-20
Струменево-інжекційна технологія	2-5	5
Емульсійно-мінеральні суміші	4-5	-5
Суміші, які укладаються способом просочування	2-5	5
Асфальтобетонні теплі суміші з використанням в'язких бітумів	3-5	-10

Ремонт вибоїн в зимовий період виконують з нарізанням «карт» аналогічно весняно-літньо-осінньому періоду чи без нарізання «карт» для укладання холодних асфальтобетонних сумішей, бітумомінеральних литих, рецикльованих горячих сумішей (щільних і литих), для усунення вибоїн по струменево-інжекційній технології і усунення вибоїн способом просочування.

Площу вибоїни чи дно «карти» ґрунтують. При використанні холодних асфальтобетонних сумішей на дорогах 3-4 категорій вибоїну допускається не ґрунтувати. При використанні литих сумішей ґрунтовку не використовують. Самоущільнюючі суміші (холодні асфальтобетонні, рецикльовані щільні, емульсійно-мінеральні суміші та суміші, які укладаються способом просочування) розподіляють у вибоїнах з урахуванням запасу на ущільнення.

Ущільнення сумішей виконують віброплитою від країв вибоїни до її середини. Виконують не менше двох проходів по одному сліду на кожний сантиметр глибини вибоїни. Допускається застосування наперед виготовлених брикетів з бітумомінеральної литої суміші. Виготовляють брикети будь-яким доступним способом: заливкою в форми, самоплином з

наступним їх нарізанням. Маса брикета не повинна перевищувати 25 кг. Брикети зберігають в штабелях висотою до 1 м і перед застосуванням розігрівають до робочої температури бітумомінеральної литої суміші в пересувних котлах.

Рецикльовані горячі суміші (щільні і литі) готують безпосередньо на місці виконання робіт по технологічній карті. Для приготування рецикльованих сумішей використовують асфальтогранулят чи асфальтобетонний лом і бітум в кількості від 1 % до 2 % по масі асфальтогрануляту (лому) для ущільнюваних сумішей і від 3 % до 5 % – для литих. Перемішування і розігрів суміші перед укладанням виконують за температури від 150 °С до 170 °С протягом 30-40 хв.

Для усунення вибоїн за струйно-інжекційною технологією застосовують митий зволожений щебінь фракцій 5-10 і 10-15 мм чи фракцій 2,5-5 і 5-7,5 мм (допускається застосовувати суміш цих фракцій) і бітумні емульсії марок ЕБКД-Б-65, ЕБКД-Б-70 чи ЕБКД-С-65. Співвідношення «щебінь: емульсія» визначають за показниками: границя міцності при стиску після прогріву при температурі 20 °С і водонасичення. При використанні бітумної емульсії застосовують митий зволожений щебінь.

Заповнення вибоїни виконують в наступній послідовності:

- очистка вибоїни від пилу і бруду стисненим повітрям;
- ґрунтовка вибоїни бітумної емульсією при нормі витрати від 0,5 до 1,1 л/м²;
- струменево-інжекційне укладання в один шар чи пошарово.

Укладання в один шар виконують зчernenним в процесі інжектування щебенем однієї фракції.

Пошарове укладання – виконують зчernenним щебенем фракції 10-15 мм (нижній шар) і зчernenним щебенем фракцій 5-10 мм чи 5-7,5 мм (верхній шар). Допускається роздільна подача матеріалів при обох способах укладання; укладання замикаючого шару з щебеню фракції 5-10 мм.

Для доріг 3-4 категорії при пошаровому укладанні допускається застосування одномірного щебеню. Усунення вибоїн способом просочення виконують ручним чи механізованим способом. Заповнення вибоїн виконують в один шар (при глибині вибоїни до 20 мм) чи в два шари (при глибині вибоїни більше 20 мм).

Для заповнення вибоїн застосовують щебінь (фракціонований чи суміш фракцій розміром до 20 мм), чи асфальтогранулят типів А2 чи А3, бітумну емульсію ЕБКД-Б чи ЕЭБКД-С з витратою від 6 до 7 л/м² чи розріджений бітум з витратою від 4 до 5 л/м², для замикаючого шару – пісок з відсіву дроблення з витратою від 10 до 12 кг/м².

Проведений аналіз заходів з експлуатаційного утримання свідчить, що при улаштуванні покриття із сірко асфальтобетону не потрібно розробки нових технологій і застосування матеріалів збільшеної вартості. Експлуатаційне утримання автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000 з шаром покриття із сірко асфальтобетону може виконуватись за традиційною технологією.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведені дослідження показали, що використання сіркоасфальтобетону у верхньому шарі покриття при капітальному ремонті автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000 доцільно та необхідно, забезпечить якість, довговічність і надійність проведених робіт.

2. Значною перевагою використання сіркоасфальтового бетону для улаштування покриття є його технологічність і економічність, завдяки заміні частини в'язучого – нафтового бітуму сіркою і отримання зменшення вартості сіркоасфальтобетону на 30-40 % в порівнянні з традиційними матеріалами.

3. Високі фізико-механічні властивості сіркоасфальтобетону надають можливість зменшити товщину шару при одночасному забезпеченні його міцності, водо- і морозостійкості.

4. Використання сіркоасфальтобетону при ремонті і будівництві автомобільної дороги Одеса-Мелітополь на ділянці км 55+000 – км 66+000 дасть можливість розширити асортимент дорожньо-будівельних матеріалів, збільшити кількість виконаних робіт при одночасному підвищенні експлуатаційних характеристик.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Иваньски М., Урьев Н.Б. Асфальтобетон как композиционный материал (с нанодисперсным и полимерным компонентами). М.: Техполиграфцентр, 2007. 668 с.
2. Плотникова И.А., Гурарий Е.Л., Степанян И.В. //Автомобильные дороги. 1982. №9. С. 15. Г.В. Васильовская, Д.Р. Назиров. Сероасфальтобетон
3. Гматейко В.В., Золотарев В.А. Использование серы и серосодержащих отходов в дорожном строительстве. Обзорная информация. М., 1990. 62 с.
4. Гурарий Е.М. Влияние серы на структурообразование в битумах// Тр. СоюзДорНИИ. 1971. Вып.44. 137 с.
5. Королев И.В. Пути экономии битума в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 1986.147 с.
6. Личман Н.В. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2002. 33 с.
7. Методические рекомендации по применению асфальтобетонов с добавкой серы и по технологии строительства из них дорожных покрытий. Балашиха: СоюзДорНИИ, 1986.16 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні дорожні, аеродромні та асфальтобетон. Технічні умови.