

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів
Напрямок (спеціальність) 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
“БАКАЛАВР”

Тема: Капітальний ремонт ділянки автомобільної дороги Київ-Ковель з
улаштуванням геосинтетичних прошарків в основі покриття

Виконавець: Освоський І.М

Керівник: Талах С.Ю

Нормоконтролер: Пилипенко І.О

Київ 2021

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи складається з: 65 стор., 16 табл., 11 рис., 21 джерел

Об'єкт проектування – автомобільна дорога Київ-Ковель з улаштуванням геосинтетичних прошарків в основі покриття.

Предмет дослідження – проведення робіт з капітального ремонту з улаштуванням геосинтетичного прошарку з розрахунком оптимальності розташування геосинтетичного прошарку в дорожній конструкції.

Метою даної роботи є: запроективати конструкцію дорожнього одягу з використанням геосинтетичного прошарку в основі покриття при капітальному ремонті автомобільної дороги Київ-Ковель для підвищення міцності і експлуатаційної довговічності.

Встановлено, що використання геосинтетичних прошарків в основі покриття та інших шарах дорожньої конструкції сприяє рівномірному розподілу напруг від коліс транспортних засобів, що рухаються по дорозі, зменшенню їх негативної дії і загальному підсиленню транспортної споруди.

Використання геосинтетичних прошарків особливо актуально сьогодні в умовах постійного збільшення навантаження та інтенсивності руху транспортних засобів.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень у навчальному процесі та в практичній діяльності проектних та інженерно-будівельних підрозділів.

Результати дипломної роботи ймовірно будуть мати розвиток і в майбутньому знайдуть своє застосування у проектах ремонтів, реконструкції та при розробці вітчизняних нормативних документів.

Зміст

Вступ	5
1. Характеристика вихідних даних району проектування капітального ремонту	7
1.1 Клімат в районі проектування капітального ремонту	7
1.2 Ґрунти на ділянці капітального ремонту автомобільної дороги Київ-Ковель	9
1.3 Рельєф місцевості	9
1.4 Інженерно-геологічні умови	9
1.5 Визначення строків бездоріжжя і можливого періоду проведення робіт з капітального ремонту	10
2. Проектування плану траси і поздовжнього профіля дороги	12
2.1 Характеристика плану траси	12
2.2 Проектування поздовжнього профіля	13
3. Проектування земляного полотна	15
3.1 Проектування поперечного профіля земляного полотна	15
3.2 Підрахунок обсягів земляних робіт	15
4. Конструювання дорожнього одягу	19
4.1 Розрахунок дорожнього одягу	19
4.2 Призначення варіантів конструкції дорожнього одягу	24
5. Організація робіт	29
5.1 Послідовність робіт при поширенні земляного полотна насипу автомобільної дороги Київ-Ковель на ділянці км 63+000 – км 70+000	29
5.2 Послідовність робіт при розробці виїмки	30
5.3 Підготовчі роботи	31

6. Технологія капітального ремонту земляного полотна автомобільної дороги Київ-Ковель	41
6.1 Обсяги робіт при капітальному ремонті земляного полотна	41
6.2 Вибір дорожніх машин при капітальному ремонті земляного полотна	42
6.3 Визначення оптимальної довжини захватки	46
6.4 Визначення максимальної довжини захватки для капітального ремонту земляного полотна в насипу (ведуча машина екскаватор ЕО-7111)	49
6.5 Визначення максимальної довжини захватки для капітального ремонту земляного полотна у виємці провідна машина скрепер ДЗ-13)	51
7. Технологія улаштування геосинтетичного прошарку на автомобільній дорозі Київ – Ковель на ділянці км 63+000 – км 70+000	53
Загальні висновки	63
Список використаної літератури	64

ВСТУП

В сучасному світі багато уваги приділяється транспортно-експлуатаційному стану автомобільних доріг як найважливішому елементу транспортної інфраструктури.

В Україні створено цілий ряд державних програм для забезпечення відповідності експлуатаційного стану доріг вимогам сучасних видів транспортних засобів.

Так, державна науково-технічна програма «Транспортна стратегія України до 2030 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2020 р. № 2174-р)» ставить головною метою підтримання існуючої мережі автомобільних доріг у задовільному стані з використанням при проведенні робіт сучасних матеріалів і технологій, постійно підтримувати розробки направлені на покращення ремонтів та експлуатаційного утримання автомобільних доріг.

У зв'язку з цим актуальність та необхідність використання геосинтетичних прошарків для покращення міцності і надійності дорожніх конструкцій, збільшення несучої здатності доріг не викликає сумнівів.

Відомо, що транспортна інфраструктура складається із трьох головних елементів:

- автомобільний транспорт;
- автомобільні дороги;
- предмети облаштування, що забезпечують роботу автомобілів, комфортність і безпеку руху.

Забезпечити взаємодію всіх вищенаведених елементів транспортної інфраструктури неможливо без покращення стану автомобільних доріг, який забезпечує рух з розрахунковою швидкістю, зменшеною кількістю дорожньо-транспортних пригод, незалежно від дії погодно-кліматичних факторів.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 07 90 000 ПЗ			
Виконав	Осовський І.М.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М.					5	65
Консульта	Талах С.М.				406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.						
Зав.	Пилипенко І.О.						

Невчасно проведені ремонтні роботи із застосуванням застарілих машин, механізмів і матеріалів, властивості яких не зможуть забезпечити сучасні вимоги автотранспорту, призводять до заторів, зниження інтенсивності руху, підвищенню вартості і небезпеки перевезень, тобто збільшенню витрат та збитків.

Сучасна система організації служби ремонтів та утримання автомобільних доріг дозволяє виконувати весь комплекс ремонтних робіт, необхідних для підтримання дорожніх споруд в стані, який забезпечує вимоги руху автомобілів.

Капітальний ремонт є найбільш ґрунтовним видом ремонту доріг, який виконується після проведення відповідних обстежень існуючого стану дороги і розробці проектної документації.

При капітальному ремонті автомобільної дороги зазвичай розбирають існуючий дорожній одяг, ремонтують та посилюють основу, а іноді повністю замінюють її і улаштовують нову, з використанням сучасних матеріалів для посилення всієї конструкції.

Використання геосинтетичного прошарку при проведенні капітального ремонту на автомобільній дорозі буде сприяти попередженню утворення відображених тріщин на новому покритті, забезпеченню відповідної рівності улаштованого шару і загального посилення дорожнього одягу.

Враховуючи, що автомобільна дорога Київ-Ковель прокладена в регіоні з складними природно-кліматичними умовами (збільшена кількість опадів) і слабкими ґрунтами (переважно глини, важкі суглинки) укладання геосинтетичного прошарку забезпечить покращення морозостійкості ґрунтового шару, попередить нерівномірне осідання ґрунту після від танення, тобто попередить появу здимання.

Враховуючи вищенаведене, метою даної роботи є запроектувати конструкцію дорожнього одягу з використанням геосинтетичного прошарку в основі покриття при капітальному ремонті автомобільної дороги Київ-Ковель для підвищення міцності і експлуатаційної довговічності.

1. РОЗДІЛ

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ ДАНИХ РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

Площа території Волинської області складає 2,5 тис. км², чисельність населення 116,6 тис. Кількість населених пунктів - 20. Протяжність автодоріг загального користування складає 169,7 км. Мостів всього 7 штук загальною протяжністю 116,5 погонних метрів.

1.1 Клімат в районі проектування капітального ремонту

Волинська область розташована в **IV дорожньо-кліматичній зоні**. Клімат помірно континентальний. В деякі періоди року помітне збільшення обlačності і кількості опадів, підвищення зимових і пониження літніх температур. Кількість опадів неоднакова в різні роки. В засушливі роки на рівнинній частині випадає приблизно в два рази менше опадів, ніж у вологі.

Середньорічна швидкість вітру 3,4 м/с. Найбільші швидкості вітру спостерігаються в листопаді, грудні - 4,3 м/с, переважно вітри західного і південно-західного напрямку.

Середня температура січня -12,5°C, липня +18,6°C. Атмосферних опадів - 362 мм. Дані наведені в таблицях 1.1 і 1.3.

Табл. 1.1

Середня температура повітря в градусах Цельсія

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-12,8	-13,1	-5,2	2,3	5,6	11,6	22,1	21,5	12,9	2,1	-1,3	-6,9

Дані по середній температурі приймали з станції **Луцьк**.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 07 90 000 ПЗ						
Виконав	Осовський І.М.			ВСТУП				Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М.								7	65
Консульта	Талах С.М.							406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.									
Зав.	Пилипенко І.О.									

Табл. 1.2

Середня кількість осадків, приведена до показників опадів в міліметрах

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Опади, мм	2	3	5	4	4	2	2	3	6	5	5	2

Дані по середній кількості опадів приймали з станції Луцьк.

Табл. 1.1

Середня декадна висота снігового покриву в сантиметрах

Місяці	IX			X			XI			XII			I		
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Висота, см	-	-	-	-	-	-	4	6	7	10	14	16	18	20	20
II			III			IV			V			Найб. на зиму			Місце встановлення рейки
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	сер.	max	min	
22	24	26	27	27	24	15	4	-	-	-	-	30	63	10	

Дані по висоті снігового покриву приймали з станції Луцьк.

Табл. 1.2

Глибина промерзання ґрунту в сантиметрах

Місяці	XI	XII	I	II	III	IV	3 max на зиму		
							ср.	max	min
Глибина, см	3	57	108	130	140	-	-	-	-

Дані по глибині промерзання ґрунту приймають з станції Луцьк.

Таблиця 1.3

Середня місячна і річна пружність водяної пари в мегабарах

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Пружність пари, Мб	1,6	1,7	2,8	5,7	6,3	12,3	14,9	12,9	8,6	5,6	3	2	6,6

Дані по пружності водяної пари приймають з станції Луцьк.

По даним таблиць 1.1 – 1.5 будується дорожньо-кліматичний графік, наведений на рисунку 1.1.

1.2 Ґрунти на ділянці капітального ремонту автомобільної дороги Київ-Ковель

Ґрунти, в основному представлені опідзоленими ґрунтами в лісостеповій частині області.

Вони поділяються на три групи:

- 1) ясно-сірі і сірі опідзолені;
- 2) темно-сірі опідзолені;
- 3) опідзолені чорноземи.

1.3 Рельєф місцевості

Область належить до регіонів із відносно збереженими природно територіальними комплексами (геосистемами). Найбільш перетворені ландшафти південної лісостепової частини Волинської області. Основні фізико-географічні особливості ландшафтів області Волинського Полісся – це наявність крейдових порід, рівнинність, значний розвиток льодовикових форм рельєфу, карсту, високе залягання ґрунтових вод, значні показники густини річкової мережі та заозереності, перезволоженість і заболоченість, широкий розвиток долинних ландшафтів.

Протягом тривалого часу природні ландшафти Волинського Полісся змінювалися під впливом господарської діяльності людини. Інтенсивні перетворення ландшафтів Волинського Полісся почались у 60-х роках і визначались активним розвитком промисловості, транспортної мережі, осушенням поліських ґрунтів, екстенсивним веденням сільського господарства, зменшенням площ лісу. Проведення рубок головного користування, створення штучних лісонасаджень призвело до зміни мікроклімату ландшафтних систем, їх фауністичного та флористичного складу.

1.4 Інженерно-геологічні умови

Інженерно-геологічні умови Волинської області досить цікаві. Волинська область знаходиться на західній околиці Східно-Європейської платформи. Древній фундамент складений докембрійськими кристалічними породами: граніти, граніто-гнейси, сланці, сієніти і т. д. Фундамент розколотий тектонічними розломами на окремі частини. Окремі частини підняті, окремі

опущені – тому спостерігається різниця у висотах поверхні. В геологічній будові території беруть участь породи кембрію, карбону, девону, силуру, ордовику, крейди, палеогену і неогену.

На території області знаходиться Поліська низовина. Різноманітність геологічної будови зумовило виникнення різноманітних форм рельєфу. Піщані відклади переносилися вітром і утворилися форми рельєфу у вигляді валів, дюн, пагорбів. В цілому ж Поліська низовина являє собою плоску піщану рівнину з окремими лесовими островами.

1.5 Визначення строків бездоріжжя і можливого періоду проведення робіт з капітального ремонту

Тривалість весняного бездоріжжя визначається за формулою:

$$T_n^e = T_1^e + \frac{5}{\alpha}$$

$$T_k^e = T_n^e + \frac{0,7 \cdot h_{np}}{\alpha}$$

де T_1^e – строк переходу температури через 0^0C ;

T_n^e , T_k^e – початок і кінець весняного бездоріжжя.

h_{np} – глибина промерзання ґрунту, см;

α – коефіцієнт відтанення ґрунту 1,2-6 см/добу.

$$T_n^e = 17.04 + \frac{5}{3,4} = 19.04$$

$$T_k^e = 19.04 + \frac{0,7 \cdot 140}{3,4} = 18.05$$

Весняне бездоріжжя починається 19 березня і закінчується 18 травня, тривалість 29 днів.

Тривалість осіннього бездоріжжя дорівнює різниці кількості днів з коливаннями температури від +3 градусів до -4 градусів по Цельсію. В даному випадку весняне бездоріжжя триває з 12 жовтня по 2 листопада, тривалість 21 день.

Строк реконструкції земляного полотна розраховуємо за формулою:

$$T_{\text{стр}} = T - T_p - T_{\text{орг}} - T_{\text{п.в.}} - T_m$$

де T - період часу між закінченням весняного бездоріжжя і початком осіннього (з 18 травня по 12 жовтня – 151 день);

T_p - строк ремонту обладнання і машин (6 днів);

$T_{\text{орг}}$ - простой з організаційних причин, (5 днів);

$T_{\text{п.в.}}$ - сумарна кількість празників і вихідних (24 дні);

T_m - кількість простоїв внаслідок метеоумов, (6 днів)

Строк реконструкції земляного полотна розраховується:

$$T_{\text{буд}} = 151 - 6 - 5 - 24 - 6 = 110 \text{ днів.}$$

Таким чином, будівництво земляного полотна виконується з 18 травня по 12 жовтня, кількість календарних днів 151, з них робочих 110 днів.

Визначаємо коефіцієнт змінності по дорожньо-кліматичному графіку з урахуванням тривалості світового дня за формулою:

$$K_{\text{зм.}} = \frac{t_1 \cdot 1 + t_2 \cdot 2}{t_1 + t_2}$$

де t_1 – кількість днів з одною зміною;

t_2 – кількість днів при двох змінах.

Кількість календарних днів з однією зміною визначається при тривалості світового дня менше 16 годин по дорожньо-кліматичному графіку і дорівнює для Волинської області 75 днів, а кількість вихідних 21 день, відповідно робочих днів з однією зміною 54 дні. Кількість календарних днів з двома змінами визначається при тривалості світового дня більше 16 годин і дорівнює 80 днів, вихідних – 22 дні і робочих днів з двома змінами дорівнює 56 днів.

Таким чином, коефіцієнт змінності дорівнює:

$$K_{\text{зм}} = \frac{54 \cdot 1 + 56 \cdot 2}{54 + 56} = 1,51$$

На основі аналізу даних, які характеризують район проведення робіт можна безпосередньо розпочати конструювання дорожнього одягу ділянки капітального ремонту автомобільної дороги Київ-Ковель.

2. РОЗДІЛ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАНУ ТРАСИ І ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЯ ДОРОГИ

Автомобільна дорога в плані запроектована таким чином, що необхідно здійснити капітальний ремонт автомобільної дороги, з урахуванням уположування укосів, поширення земляного полотна.

Ділянка капітального ремонту автомобільної дороги Київ-Ковель має протяжність з ПК 63+00 по ПК 70+00.

Існуюча автомобільна дорога, розташована у Волинській області, відноситься до III технічної категорії, на якій необхідно виконати роботи з капітального ремонту. Район будівництва відповідає IV дорожньо-кліматичній зоні. Розрахункова, перспективна інтенсивність руху на 20-річну перспективу складає 14100 авт/добу.

Існуючий дорожній одяг:

- асфальтобетон – 23 см;
- гравійно-піщана суміш – 70 см.

Розрахункове статичне навантаження на вісь складає 100 кН; середній розрахунковий питомий тиск на покриття – 0,6 МПа; розрахунковий діаметр відбитка колеса при короткочасному навантаженні – 37 см.

2.1 Характеристика плану траси

План траси автомобільної дороги виконаний в програмі AutoCAD, розрахований програмою КОМПАС-3D-V10.

План траси – осьова лінія автомобільної дороги, яка показує напрямок дороги в плані. Траса дороги являє собою плавну лінію, тобто таке співвідношення між величинами суміжних елементів, яке дозволяє впевнено і безпечно вести автомобіль з розрахунковою швидкістю.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				<i>НАУ 21 07 90 000 ПЗ</i>			
Виконав	<i>Осовський І.М.</i>			ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАНУ ТРАСИ І ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЯ ДОРОГИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М.					12	65
Консульта	Талах С.М.				406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.						
Зав.	Пилипенко І.О.						

По завданню запроектована автомобільна дорога відноситься до III технічної категорії. Згідно ДБН В.2.3-4 розрахункова швидкість **основна** складає **120 км/год**, на **пересіченій місцевості** – **100 км/год**, допустима на складних ділянках в **гірській місцевості** - **60 км/год**. Найбільший поперечний похил складає 15%. Найбільший поздовжній похил **основний** складає **40%**, на **пересіченій місцевості** – **50%**, в **гірській місцевості** складає **70%**. Найменші радіуси кривих в плані основні для швидкостей 120 км/год, 100 км/год і 60 км/год складає 800 м, 600 м і 150 м відповідно, а в гірській місцевості – 125 км/год. Опуклі в поздовжньому профілі для основної, пересіченої і гірської місцевості складає 15000 м, 10000 м і 2500 м відповідно, угнутих для основної місцевості при швидкостях 120, 100 і 60 км/год складає 5000 м, 3000 м і 1500 м, в гірській місцевості - 600 м. Допускається приймати радіус кривої в плані менше значення мінімального з пониженням при цьому розрахункової швидкості і установкою дорожніх знаків, які інформують про зміну режиму швидкості.

План траси прокладається з дотриманням вище наведених вимог і викреслюється червоним кольором на плані траси дороги.

2.2 Проектування поздовжнього профіля

Поздовжній профіль автомобільної дороги дає уяву про зміну рел'єфа місцевості по вісі дороги і положення проектної лінії відносно поверхні землі.

Поздовжній профіль викреслюється в вертикальному масштабі 1:500 і в горизонтальному – 1:5000.

На поздовжньому профілі показаний старий профіль дорожнього одягу (чорний), відмітки якої взяті з плану траси.

Після призначення конструкції нового дорожнього одягу на профілі проводжу лінію поверхні призначеного дорожнього одягу (червоний). Червону лінію проводжу з урахуванням знову запроектованого поздовжнього профіля, так як різниця між двома сусідніми ділянками перевищує 5%, які відповідають II технічній категорії.

Ухили розраховуються за формулою:

$$\frac{H_{t+1} - H_t}{d} \cdot 1000 - \frac{H_{t+2} - H_{t+1}}{d} \cdot 1000 \leq 5^0 /_{00},$$

де H_t, H_{t+1} - сусідні відмітки запроєктованого дорожнього одягу, м;
 d - відстань між сусідніми відмітками, $d=50$ м.

Наприклад, ухил на ділянці ПК 63+50 – ПК 64+00 складає:

$$(107,65-107,65) \cdot 1000/50 = 0,0 \text{ ‰}.$$

Ухил на ПК 64+00 – ПК 64+50 складає:

$$(107,90-107,65) \cdot 1000/50 = 5,0 \text{ ‰}.$$

Різниця між ними складає: $5,0\text{‰} - 0,0\text{‰} = 5,0\text{‰}$. Таке допускається.

Відповідно даної формули розраховуються ухили на решті ділянок запроєктованої автомобільної дороги.

ПК 63+00 – ПК 63+50: 7,2 ‰

ПК 63+50 – ПК 64+00: 0 ‰

ПК 64+00 – ПК 64+50: 5,0 ‰

ПК 64+50 – ПК 65+00: 5,4 ‰

ПК 65+00 – ПК 65+50: 3,0 ‰

ПК 65+50 – ПК 66+00: 4,6 ‰

ПК 66+00 – ПК 66+50: 6,8 ‰

ПК 66+50 – ПК 67+00: 8,2 ‰

ПК 67+00 – ПК 67+50: 7,8 ‰

ПК 67+50 – ПК 68+00: 8,0 ‰

ПК 68+00 – ПК 68+50: 6,2 ‰

ПК 68+50 – ПК 69+00: 3,2 ‰

ПК 69+00 – ПК 69+50: 3,2 ‰

ПК 69+50 – ПК 70+00: 1,0 ‰

Так як умова дотримується, різниця ухилів не перевищує 5 ‰ на всіх ПК, крім ПК 63+00 – ПК 63+50, то, у зв'язку з невеликим перевищенням на даних пікетах, проектуємо червону лінію прямими лініями.

3. РОЗДІЛ

ПРОЕКТУВАННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

3.1 Проектування поперечного профіля земляного полотна

По відміткам, даним на плані, необхідно побудувати поперечні профілі земляного полотна, вказавши на них місце розташування вісі дороги, а також конструкцію нового дорожнього одягу. Поперечні профілі будуються в системі КОМПАС-3D-V10 в масштабі 1:100 через кожні 50 м.

Поперечні профілі існуючої дороги будують чорним кольором. Поперечні профілі після капітального ремонту, а також вісь нової дороги показують червоним кольором. Також червоним кольором показують відмітки вісі і брівок запроєктованих поперечних профілів.

Оскільки здійснюється проектування капітального ремонту автомобільної дороги, проектують нові типи поперечних профілів.

На ділянці дороги з ПК63+00 по ПК66+00 проектуємо насип до 2 метрів, тип 1 с трикутними боковими канавами з обох боків.

На ПК66+00 – ПК67+50 проектуємо насип до 2 метрів, тип 2 з трикутними боковими канавами з лівого боку.

На ПК67+50 – ПК68+00 і ПК69+00 – ПК70+00 проектуємо виїмку до 2 метрів, тип 3 з трикутними боковими канавами.

На ПК 68+00 – ПК69+00 проектуємо виїмку до 6 метрів, тип 4 з трикутними боковими канавами.

3.2 Підрахунок обсягів земляних робіт

Підрахунок площ ґрунту, що досипається та зрізається, здійснюється в програмі КОМПАС-3D-V10.

Обсяг земляних робіт визначається за формулою:

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 07 90 000 ПЗ			
Виконав	Осовський І.М.			ПРОЕКТУВАННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М.					15	65
Консульта	Талах С.М.				406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.						
Зав.	Пилипенко І.О.						

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot L$$

де S_1, S_2 – площі на початку та в кінці ділянки, м²;

L – довжина ділянки, м.

Обсяг земляних робіт на ділянці ПК63+00 – ПК63+50.

Площа зрізаного ґрунту:

$$S_1 = 0,36 + 0,36 = 0,72 \text{ м}^2$$

$$S_2 = 0,72 \text{ м}^2$$

Обсяг зрізаного ґрунту визначаємо за формулою:

$$V_{\text{срезки}} = \frac{0,72 + 0,72}{2} \cdot 50 = 36,0 \text{ м}^3$$

Площа ґрунту, що досипається:

$$S_1 = 20,44 \text{ м}^2$$

$$S_2 = 25,19 \text{ м}^2$$

Обсяг ґрунту, що досипається, визначаю за формулою:

$$V_{\text{досыпки}} = \frac{20,44 + 25,19}{2} \cdot 50 = 1140,75 \text{ м}^3$$

Таким же чином виконуємо підрахунок обсягів земляних робіт з ПК 63+50 по ПК 67+00.

Розраховані обсяги зрізаного і досипаного ґрунту зводимо у таблицю 3.1.

Обсяги земляних робіт враховуємо з урахуванням їх коефіцієнтів розпушення і ущільнення. Коефіцієнт розпушення для суглинку важкого знаходиться в межах 1,2 - 1,3. Приймаємо коефіцієнт розпушення $[k_{\text{розп}}]$ для суглинку важкого, що дорівнює 1,3. Коефіцієнт відносного ущільнення $[k_{\text{ущ}}]$ для суглинку важкого при необхідному коефіцієнті ущільнення ґрунту, що дорівнює 1,0, складає **1,05**. Визначені обсяги земляних робіт наведені в таблиці

Обсяг земляних робіт

Ділянка	Обсяг зрізаного ґрунту, м ³	Обсяг зрізаного ґрунту з урахуванням $k_{розр}=1,3$, м ³	Обсяг досипного ґрунту, м ³	Обсяг досипного ґрунту з урахуванням $k_{ущ}=1,05$, м ³	Загальний обсяг робіт, м ³
1	2	3	4	5	6
ПК63+00- ПК63+50	36,0	46,8	1140,75	1197,79	1244,59
ПК63+50- ПК64+00	36,0	46,8	1024,0	1075,2	1070,8
ПК64+00- ПК64+50	36,0	46,8	788,50	827,93	835,3
ПК64+50- ПК65+00	36,0	46,8	788,50	827,93	835,3
ПК65+00- ПК65+50	36,0	46,8	788,50	827,93	835,3
ПК65+50- ПК66+00	27,0	35,1	864,25	907,46	942,56
ПК66+00- ПК66+50	40,0	52,0	937,25	984,11	1036,11
ПК66+50- ПК67+00	62,0	80,6	934,50	981,23	1061,83
ПК67+00- ПК67+50	721,25	937,6	519,25	545,21	1482,81
ПК67+50- ПК68+00	2499,0	3248,7	114,25	119,96	3368,66

Продовження табл. 3.1

ПК68+00- ПК68+50	4906,25	6378,13	118,5	124,43	6502,56
ПК68+50- ПК69+00	3663,0	4761,9	112,25	117,86	4879,76
ПК69+00- ПК69+50	2408,0	3130,4	112,25	117,86	3248,26
ПК69+50- ПК70+00	3703,0	4813,9	112,25	117,86	4931,76
Всього:	18209,5	23672,33	8355,0	8772,76	32445,0 9

4. РОЗДІЛ

КОНСТРУЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

4.1 Розрахунок дорожнього одягу

Розрахунок дорожнього одягу розпочинається з визначення необхідного модуля пружності за формулою:

$$E_{тр} = E_{min} \cdot K_{np} \cdot K_{рег} \cdot K_{cu} \cdot K_z \cdot \frac{1}{X_j}$$

де X_j - параметр, який залежить від допустимої ймовірності пошкоджень покриттів $X_j=1,40$;

K_{np} – коефіцієнт відносної міцності дорожнього одягу, $K_{np} = 1,00$;

$K_{рег}$ - регіональний коефіцієнт; $K_{рег} = 1$ - для I-IV ДКЗ;

K_z – розрахунковий коефіцієнт, який залежить від фактичної інтенсивності дорожнього руху. $K_z=1,07$;

K_{cu} - коефіцієнт, який враховує опір конструктивних шарів дорожніх одягів зсуву і згину, $K_{cu} = 1,33$.

Для випадку росту інтенсивності руху в часі відповідно із законом геометричної прогресії:

$$E_{min} = A + B \cdot \left[\lg \left(\gamma \cdot \omega^* \cdot N_p \cdot \frac{q^t - 1}{q - 1} \right) - 1 \right]$$

де A і B – емпіричні коефіцієнти, що приймаються для розрахункового навантаження. $A=125\text{МПа}$; $B=68\text{МПа}$;

γ – параметр, що враховує сумарну кількість прикладань розрахункового навантаження. $\gamma=0,12$ – для удосконалених капітальних одягів;

ω^* - коефіцієнт, який враховує тривалість розрахункового періоду і агресивність впливу розрахункових автомобілів в різних погодно-кліматичних умовах;

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				<i>НАУ 21 07 90 000 ПЗ</i>			
Виконав	Осовський І.М.			КОНСТРУЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М.					19	65
Консульта	Талах С.М.				406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.						
Зав.	Пилипенко І.О.						

q – показник росту інтенсивності руху. $q=1,022$;

t_i – розрахунковий період експлуатації дорожнього одягу, роки.

N_1 – середньодобова інтенсивність руху на смугу в розрахунковий період 1-го року експлуатації, приведена до розрахункового автомобіля, авт./добу.

Середньодобова інтенсивність руху на смугу в розрахунковий період 1-го року експлуатації, приведена до розрахункових автомобілів визначається по формулі:

$$N_p = N_\Phi \cdot q$$

Існуюча інтенсивність руху визначається за формулою:

$$N_{\text{сущ}} = \frac{N}{q^{T_p-1}}$$

$$N_{\text{сущ}} = \frac{14100}{1,022^{20-1}} = 9325 \text{ авт/сут}$$

Інтенсивність руху на розрахунковий строк служби дороги визначається по формулі:

$$N_{20} = N_{\text{сущ}} \cdot q^{T_p-1}$$

$$N_{16} = 9325 \cdot 1,022^{20-1} = 14100 \text{ авт/сут}$$

Для проектування дорожньої конструкції необхідно знати значення навантаження, яку буде витримувати дана конструкція в найбільш несприятливий період року в кінці її строку служби.

Інтенсивність руху автотранспорту визначаємо виходячи з перспективної інтенсивності вантажного руху на 20-річну перспективу, що дорівнює 14100 авт./добу.

Розрахунок перспективної інтенсивності приведеної до легкового автомобіля наведений в таблиці 4.1.

Табл. 4.1

Розрахунок перспективної інтенсивності приведеної до легкового автомобіля
на автомобільній дорозі Київ-Ковель

Вид автомобіля	% вміст автомобілів в парку	Кількість автомобілів в парку	Коефіцієнт приведення до легкового автомобіля	Кількість, приведена до легкового автомобіля
Вантажні:	65	9165		
УАЗ-451	5	705	1	705
ГАЗ-52	10	1410	1,5	2115
ГАЗ-САЗ-53Б	8	1128	1,5	1692
УРАЛ-4320	7	987	1,5	1480
ЗИЛ-131	9	1269	1,5	1904
КамАЗ-5320	11	1551	2,5	3877
УРАЛ-377СН	4	564	2,5	1410
ЗИЛ-130-76	2	282	2,0	564
ЗИЛ-ММЗ-554	3	423	2,0	846
КамАЗ-5511	4	564	2,5	1410
ЗИЛ-133Г	2	282	2,5	705
МАЗ-503А	5	705	2,5	1763
Автобуси:	10	1410		
ПАЗ-672	15	212	1,5	318
ЛАЗ-699Н	45	634	1,5	951
Икарус-280	40	564	2	1128
Легкові:	20	2820	1	2820

$$\Sigma = 23688$$

Розрахункову кількість прикладання навантаження визначається за формулою:

$$N_{\Phi} = f_{\text{пол}} \cdot \sum_{m=1}^n N_m \cdot S_{m,\text{сум}}$$

де N_{Φ} – приведене до розрахункового навантаження середньодобова кількість проїздів всіх коліс, розташованих по одному борту розрахункового автомобіля в межах однієї смуги проїзної частини, од/добу;

$f_{\text{пол}}$ – коефіцієнт, який враховує кількість смуг руху і розподілення руху по ним, $f_{\text{пол}}=0,35$ з 4-а смугами руху;

n – загальна кількість різних марок транспортних засобів в складі транспортного потоку, $n=16$;

N_m – кількість проїздів за добу в обох напрямках транспортних засобів кожної марки;

$S_{m, \text{сум}}$ – сумарний коефіцієнт приведення впливу на дорожній одяг транспортних засобів кожної до розрахункового навантаження.

Кількість проїздів за добу в обох напрямках транспортних засобів кожної марки N_m знаходимо виходячи з перспективної інтенсивності вантажного руху на 20-річну перспективу відповідно до їх співвідношення в загальному потоці транспортних засобів. Сумарний коефіцієнт приведення впливу на дорожній одяг транспортних засобів кожної марки $S_{m, \text{сум}}$ приймаємо в залежності від вантажопідйомності транспортних засобів.

По отриманим показникам визначаємо інтенсивність руху, отриманий результат заносимо в таблицю 4.2.

Табл. 4.2

Розрахунок інтенсивності руху

Марка а/м	%	N_m	$S_{m, \text{сум}}$	$N_m \cdot S_{m, \text{сум}}$
Вантажні:	65	9165		
УАЗ–451	5	705	0,005	4
ГАЗ–52	10	1410	0,2	282
ГАЗ–САЗ–53Б	8	1128	0,2	226
УРАЛ–4320	7	987	0,7	691
ЗИЛ–131	9	1269	0,7	888
КамАЗ–5320	11	1551	1,25	1939

УРАЛ-377СН	4	564	0,7	395
ЗИЛ-130-76	2	282	0,7	197
ЗИЛ-ММЗ-554	3	423	0,2	85
КамАЗ-5511	4	564	1,25	705
ЗИЛ-133Г	2	282	0,7	197
МАЗ-503А	5	705	1,25	881
Автобуси:	10	1410		
ПАЗ-672	15	212	0,7	148
ЛАЗ-699Н	45	634	0,7	444
Икарус-280	40	564	0,7	395
Легкові:	20	2820	0,005	14

$$\sum_{m=1}^n N_m \cdot S_{m,сум} = 7491$$

Розрахункова кількість прикладання навантаження визначаємо за формулою:

$$N_{\Phi} = 0,35 \cdot 7491 = 2622$$

Середньодобову інтенсивність руху на смугу в розрахунковий період 1-го року експлуатації, приведену до розрахункового автомобіля визначаємо за формулою:

$$N_p = 2622 \cdot 1,022 = 2680 \text{ авт/сут}$$

Сумарна розрахункова кількість прикладань розрахункового навантаження за строк служби визначаємо за формулою:

$$\sum N_p = 0,7 \cdot N_p \cdot K_c / q_{T_{сн-1}} \cdot T_{рдр} \cdot K_n$$

де N_p – приведене до розрахункового навантаження середньодобова кількість проїздів всіх коліс, розташованих по одному борту розрахункового автомобіля в межах однієї смуги проїзної частини, од/добу;

K_c – підсумковий коефіцієнт;

q – показник зміни інтенсивності руху даного типу автомобілів по роках,
 $q=1,022$;

T_{cl} – розрахунковий строк служби, складає 20 років;

$T_{pдг}$ – розрахункова кількість днів за рік, які відповідають визначеному стану деформування конструкції, $T_{pдг}=140\div 150$ днів. $T_{pдг}$ приймаємо рівним 150 днів;

K_n – коефіцієнт, який враховує ймовірність відхилення сумарного руху від середньо очікуваного, $K_n=1,49$.

Підсумковий коефіцієнт визначається за формулою:

$$K_c = \frac{q^{T_{cl}} - 1}{q - 1}$$
$$K_c = \frac{1,022^{20} - 1}{1,022 - 1} = 24,79$$

Сумарна розрахункова кількість прикладань розрахункового навантаження за строк служби визначаємо за формулою:

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 2680 \cdot \frac{24,79}{1,022^{20} - 1} \cdot 150 \cdot 1,49 = 6874164 \text{ удара}$$

Мінімальний модуль пружності при рості інтенсивності руху в часі визначаємо за формулою:

$$E_{min} = 125 + 68 \cdot \left[\lg \left(0,12 \cdot 0,88 \cdot 2680 \cdot \frac{1,022^{20} - 1}{1,022 - 1} \right) - 1 \right] = 318,5 \text{ МПа}$$

Необхідний модуль пружності дорожніх одягів і земляного полотна визначаємо за формулою:

$$E_{тр} = 318,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,33 \cdot 1,07 \cdot \frac{1}{1,40} = 323,8 \text{ МПа}$$

4.2 Призначення варіантів конструкції дорожнього одягу

Існуючий дорожній одяг на автомобільній дорозі Київ-Ковель на ділянці км 63+000- км 70+000 складається з:

- покриття - асфальтобетон товщиною – 23 см;

- основа: гравійно-піщана суміш товщиною 70 см.
- Модуль пружності існуючого дорожнього одягу дорівнює – 133 МПа.

Необхідно розрахувати дорожній одяг на посилення і поширення.

Для призначення конструкції приймаємо наступні шари дорожнього одягу:

Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий тип Б марки І на БНД марки 60/90 - 9 см;

Асфальтобетон пористий крупнозернистий марки І на БНД марки 60/90 - 11 см.

Визначимо розрахунком товщину конструктивного шару дорожнього одягу (асфальтобетон *пористий крупнозернистий* марки І на БНД марки 60/90).

Табл. 4.3

Конструкція посилення дорожнього одягу

№	Матеріал шару	E, МПа	h, см
1	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий тип Б марки І на БНД марки 60/90	3200	9
2	Асфальтобетон пористий крупнозернистий марки І на БНД марки 60/90	2000	x (11)
	Існуючий дорожній одяг	133	-

Попередньо призначена конструкція дорожнього одягу наведена на рисунку 4.1

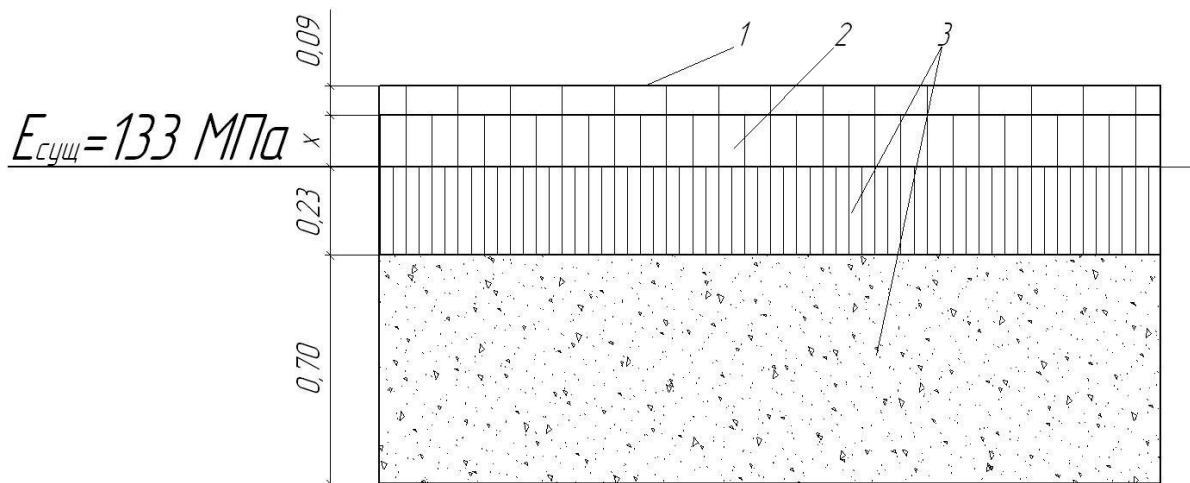


Рис. 4.1 Конструкція дорожнього одягу

1 - щільний асфальтобетон на бітумі БНД 60/90; 2 - пористий асфальтобетон на бітумі БНД 60/90; 3 – шари існуючого дорожнього одягу: асфальтобетон і гравійно-піщана суміш відповідно

Розрахунок товщини нижнього шару посилення здійснюють в такій послідовності.

Знаходимо відношення товщини верхнього шару двошарової системи h_v до відбитку колеса рухомого автомобіля D по формулі:

$$h_v/D$$

де h_v – товщина верхнього шару двошарової системи, см;

D – відбиток колеса рухомого автомобіля, $D=37$ см.

Знаходимо відношення загального модуля пружності на поверхні двошарової системи $E_{общ}^в$ до модуля пружності верхнього шару E_v двошарової системи по наступній формулі:

$$E_{общ}^в/E_v$$

$E_{общ}^в$ – загальний модуль пружності на поверхні двошарової системи, МПа.

Для верхнього шару $E_{тр} = E_{общ}^в = 323,8$ МПа;

E_v – модуль пружності верхнього шару розглянутої двошарової системи, МПа.

Виходячи з відношень знаходимо по номограмі відношення модуля пружності нижнього шару двошарової системи E_n до модуля пружності верхнього шару E_b двошарової системи, яке наведене в наступній формулі. З цього відношення знаходжу E_n .

$$E_n/E_b$$

де E_n – модуль пружності нижнього шару розглянутої двошарової системи, МПа.

Визначаю відношення модуля пружності нижнього шару двошарової системи E_n до модуля пружності верхнього шару E_b двошарової системи.

Знаходжу відношення загального модуля пружності на поверхні двошарової системи $E_{\text{общ}}^B$ до модуля пружності верхнього шару E_b двошарової системи по формулі .

Виходячи з відношень знаходимо по номограмі відношення товщини верхнього шару двошарової системи h_b до відбитку колеса рухомого автомобіля D . З цього відношення знаходимо h_b .

Визначаємо відношення по формулам:

$$\frac{h}{D} = \frac{9}{37} = 0,243;$$

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_b} = \frac{323,8}{3200} = 0,101.$$

По номограмі знаходимо значення співвідношення, $\frac{E_n}{E_b}$:

$$\frac{E_n}{E_b} = \frac{E_n}{3200} = 0,07; \text{ тоді } E_n = 0,07 \cdot 3200 = 224 \text{ МПа.}$$

Отримавши значення модуля пружності нижнього шару, розрахуємо товщину нижнього шару посилення.

Знайдемо відношення по формулам :

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_b} = \frac{224}{2000} = 0,112;$$

$$\frac{E_n}{E_b} = \frac{133}{2000} = 0,066.$$

По номограмі знаходимо значення співвідношення, наведеного в формулі:

$$\frac{h}{D} = \frac{h}{37} = 0,28; \text{ тоді } h = 0,28 \cdot 37 = 10,36 \text{ см} \approx 11 \text{ см} .$$

Призначаю товщину нижнього шару покриття **h = 11 см**.

Проведений розрахунок свідчить, що при використанні геосинтетичного прошарку в конструкції дорожнього одягу на автомобільній дорозі Київ-Ковель товщина нижнього шару буде 11 см, що забезпечить підвищену несучу здатність улаштованим шарам.

5. РОЗДІЛ ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ

При капітальному ремонті земляного полотна автомобільної дороги Київ-Ковель передбачене його поширення на всій протяжності ділянки: ПК 63+000 – ПК 70+000. Поширення передбачене як з досипанням ґрунту, так і з зрізанням.

5.1 Послідовність робіт при поширенні земляного полотна насипу автомобільної дороги Київ-Ковель на ділянці км 63+000 – км 70+000

Послідовність робіт при капітальному ремонті земляного полотна з розпушуванням укосів на всіх пікетах:

- розбивочні роботи;
- зняття рослинного шару товщиною 0,15 м з укосів і смуги поширення автогрейдером ДЗ-9;
- засипка існуючих канав, при наявності;
- ущільнення смуги поширення на необхідну ширину причіпним котком ДУ-16В;
- розпушування укосів бульдозером-розпушувачем ДП-18 на глибину 0,35м;
- розробка ґрунту в кар'єрі екскаватором ЕО-7111 і переміщення в шар насипу на відстань 2,7 км автосамоскидами КамАЗ-55111;
- розробка ґрунту у виїмці і переміщення його в насип скреперами ДЗ-13;
- розрівнювання шару ґрунту висотою 0,25м бульдозером ДЗ-9 на базі трактора Т-180;
- зволоження шару ґрунту поливомийною машиною ПМ-130 до оптимальної вологості $W=0,67$;

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				<i>НАУ 21 07 90 000 ПЗ</i>			
Виконав	<i>Осовський І.М</i>			ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М					29	65
Консульта	Талах С.М				406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.						
Зав.	Пилипенко І.О.						

- ущільнення шару ґрунту висотою 0,25 м котком на пневматичних шинах ДУ-16В;
- планування укосів автогрейдером ДЗ-98;
- нанесення шару рослинного ґрунту товщиною 0,1м на укоси бульдозером ДЗ-9 на базі трактора Т-180.
- Нарізання водовідвідних каналів трикутного перерізу автогрейдером ДЗ-99.

5.2 Послідовність робіт при розробці виїмки

- Розбивочні роботи;
- зняття рослинного шару товщиною 0,15 м з укосів і смуги поширення автогрейдером ДЗ-9;
- розробка ґрунту укосів виїмки та їх уположування до 1:5 скреперами ДЗ-13 з частковим переміщенням ґрунту в бокові резерви і в кавал'єр;
- до ущільнення смуги поширення у виїмці на необхідну ширину причіпним котком ДУ-16В;
- розробка ґрунту І групи в ґрунтовому кар'єрі екскаватором ЭО-7111 (зворотня лопата з ковшом місткістю ковша 2,5 м³);
- транспортування ґрунту для першого шару з ґрунтового кар'єру автомобілем КАМАЗ 5511;
- розпушування укосів бульдозером-розпушувачем ДП-18 на глибину 0,35м, чи металевими кілками, прикрученими до відвалу автогрейдера ДЗ-99;
- розрівнювання шару ґрунту висотою 0,25м бульдозером ДЗ-9 на базі трактора Т-180;
- зволоження шару ґрунту поливомийною машиною ПМ-130 до оптимальної вологості $W=0,67$;

- ущільнення шару ґрунту висотою 0,25 м котком на пневматичних шинах ДУ-16В;
- планування укосів автогрейдером ДЗ-98;
- надувка шару рослинного ґрунту товщиною 0,1м на укоси бульдозером ДЗ-9 на базі трактора Т-180.
- нарізання водовідвідних канал трикутного перерізу трикутного перерізу автогрейдером ДЗ-99.

5.3 Підготовчі роботи

Перед початком основних робіт необхідно провести підготовчі роботи.

Підготовчий період призначений для забезпечення можливості виконання робіт по трасі.

До підготовчих робіт відносяться:

- Відновлення і закріплення траси;
- Відведення і закріплення земель на постійне і тимчасове користування;
- Розчистка смуги відведення (зняття рослинного шару);
- Розбивочні роботи;
- Улаштування водовідвідних канал і дренажів.

Всі ці роботи необхідно виконувати до початку основних робіт.

5.3.1 Відновлення і закріплення траси:

Перед початком розбивочних робіт виконавець повинен перевірити збереження знаків, які закріплюють пункти геодезичної розбивочної основи.

До початку будівництва земляного полотна виконують наступні роботи з відновлення траси:

- виносять і закріплюють всі кути повороту і пікети на границю смуги відведення;
- розбивають колові криві, закріплюють початок і кінець кривих, проміжні точки;
- Перевіряють відмітки існуючих реперів, а також встановлюють нові репери, необхідні для виконання наступних робіт;

- в необхідних випадках на окремих ділянках знімають поперечні профілі для більш точного підрахунку земляних робіт;

На прямих ділянках закріплення виконують через 250 метрів. На границі смуги відведення встановлюють виносні стовпи, між ними виставляють проміжні виносні кілки.

На криволінійних ділянках траси виносні стовпи розташовують через кожні 100 метрів, тобто на кожному пікеті, виконують закріплення вісі дороги на лінії перпендикулярній дотичній до кривої. Проміжні точки на кривих розбивають через кожні 5-10 і 20 м відповідно радіус кривих до 100, 500 і більше 500 м. Вершина кута закріплюється установкою стовпів, які закопують на відстані 0,5 м від фактичної вершини кута на продовженні її бісектриси. На цих стовпах записують порядковий номер кута, тангенс, бісектрису і радіус.

Напис повертають до вершини, яку відзначають кілочком. На кривих з малими бісектрисами встановлюють на продовженні тангенсів (поза межі виконання робіт машинами) по дві віхи через 20 м від вершини кута; водовідвідні канали - колишками вздовж їх осей із зазначенням глибини в місцях їх установки.

Висотні позначки закріплюють реперами, через кожні 1000 метрів.

Репери обов'язково встановлюються на ділянках біля малих штучних споруд, на перетинах річок (на обох берегах), у високих насипів (більше 5 м). Репери встановлюють в стороні від дороги. Обкопують канавками і обсипають землею у вигляді конуса. Як репери можуть бути цоколі будинків, опори мостів, скелі і т.п. При відновленні траси закріплюють на місцевості, що відводяться для кар'єрів ділянки, розміщення дорожньо-експлуатаційних служб і виносні позначки. Репери встановлюють в стороні від дороги, обкопують канавками і обсипають землею у вигляді конуса. При відновленні траси закріплюють на місцевості, що відводяться для резервів і кар'єрів ділянки, розміщення виробничих підприємств, дорожньо-експлуатаційних служб і виносяться позначки.

5.3.2 Закріплення тимчасової смуги відведення:

Відведення земель для тимчасового та постійного користування проводиться з урахуванням охорони природи, раціонального використання сільськогосподарських земель, природних ресурсів. Територію між кордоном тимчасового і постійного відводу після завершення ремонту повертають землекористувачу в тому стані, яке визначено в актах, які складаються при відведенні смуги відводу. На відремонтованому ділянці немає ні садів, ні будівель і споруд, дорога проходить через пасовище.

Закріплену дорожню смугу оформляють у вигляді плану відводяться земель з додатком журналів закріплень.

Смуга постійного відведення знаходиться зазвичай в смузі тимчасового водовідведення, тому межі її закріплюють після повного закінчення робіт по обробці земляного полотна та ліквідації тимчасових під'їзних доріг.

До тимчасового відведення включені площі під смуги руху будівельних транспорту і механізмів, під зосереджені резерви ґрунту, будівельні майданчики для розміщення бази ДСУ, об'їзної дороги.

При проведенні підготовчих робіт необхідно розчистити смугу відведення від сторонніх об'єктів, а так само від лісу, чагарників і пнів. Допускається залишати пні висотою не більше 10 см в основі насипів висотою не менше 1,5 м при влаштуванні одягу з удосконаленими полегшеними, перехідними і нижчими типами покриттів.

Для виробництва дорожньо-будівельних робіт необхідно прагнути до скорочення тимчасової смуги відводу. Її визначають по ширині підшоши насипу і розмірів вилучень з урахуванням розміщення бічних і забанкетних канав, банкетів, а також тимчасових під'їзних доріг.

5.3.3 Розчищення смуги відведення

Передбачається видалення будь-яких перешкод, що заважають розбивці земляного полотна і виконання робіт дорожніми машинами.

Оформлення смуги відведення передбачає видалення перешкод, що заважають виконанню робіт машинами, тобто смуга землі, що проходить через пасовище, повинна бути розчищена від великих каменів. Розчищення виробляють по всій ширині постійного і тимчасового відведення. Дрібні камені (обсягом до 1 м^3), що зустрічаються на дорожній смузі, видаляють за її межі бульдозером, великі (обсяги більше 1 м^3) руйнують підриванням, а потім також видаляють бульдозером.

Перед реконструкції земляного полотна необхідно зняти рослинний шар ґрунту товщиною 15 см. Срезка здійснюється за 1 прохід по одному сліду на задану глибину. Це обумовлюється тим, що дорога проходить по пасовиську. Для розбивки кордонів зрізання використовують вішки висотою 1 - 1,5 м, що встановлюються через 20 - 25 м. Контури валів складування позначають кілками; кордон зрізання до початку робіт - борозною. Після закінчення зняття родючого шару ґрунту встановлена для цієї роботи розбивка знімається.

Знятий рослинний шар переміщують за межі смуги відводу. Тут знятий рослинний шар тимчасово складається і після будівництва повинен бути повернутий, а частина, що залишилася рослинного ґрунту використовується для зміцнення узбіч.

Родючий шар знімаємо з усією площі. Потім все відкладають у відвали. Роботи виконують за допомогою бульдозера. Після закінчення реконструкції все площі тимчасового відводу повинні бути рекультивовані згідно з вимогами проекту та передані землекористувачем.

5.3.4 Розбивочні роботи

Геодезичну розбивочну основу для будівництва зобов'язаний створити замовник і не менше ніж за 10 днів до початку будівельно-монтажних робіт передати підряднику технічну документацію на неї і на закріплені на майданчику будівництва пункти і знаки цієї основи. Безпосередньо перед початком розбивочних робіт виконавець повинен

перевірити збереження знаків, що закріплюють пункти геодезичної розбивочної основи.

Розбивка робіт зі зняття ґрунту полягає в виносці в натуру меж зрізання і контурів валів складування. Для розбивки кордонів зрізання використовують вішки висотою 1-1,5 м, що встановлюються через 20-25 м. Контури валів складування позначають кілками; кордон зрізання до початку работ-бороздой (плугом або розпушувачем).

Точність геодезичних розбивочних робіт в процесі будівництва беруть по допустимим середнім квадратичним погрішностей вимірів.

Розбивку земляного полотна виконують, керуючись проектними матеріалами та робочими кресленнями, в яких наведені типові поперечні профілі насипів і виїмок майбутньої дороги, поздовжній профіль з робочими відмітками кожного пікету. Розбивка земляного полотна складається в нанесенні і закріпленні на місцевості основних точок (вісь, брівка, дно кювету і резерву, укоси насипів, кордони берм). Межі відзначають борознами, вирізаними автогрейдерами або колами, що забиваються через 25-50 метрів. Розбивочні знаки не повинні заважати руху землерийних і землерийно-транспортних машин і руйнуватися ними, тому основні знаки виносять на обрізи. Всі позначки виносять на геодезичні кілочки. Під час робіт дорожніх машин необхідно стежити за тим, щоб позначки збереглися до кінця робіт на ділянці.

Основні геодезичні знаки для збереження виносять на обрізи, а правильність обриси земляного полотна під час виконання робіт контролюють нівеліром, визирками і додатковими промірами. Всі позначки виносять на геодезичні кілочки.

Розбивка земляного полотна та елементів споруд виконується в залежності від способу виробництва механізованих робіт, при цьому необхідно користуватися відповідними даними.

5.3.5 Закріплення характерних точок:

Всі необхідні точки закріплюють на місцевості колами. На кілках робляться зарубки, на яких незмивною фарбою вказують номер пікету і плюс, позначку насипу або виїмки. На тих ділянках, де не було винесено пікетаж або він виявився збитим точки виносять користуючись репером з побоювання, що постійні кілки можуть бути збиті. За межами робочої зони влаштовують додаткові кілки, які дозволяють відновити точки збитих кілків.

Розбивка насипу:

На дорогах, що мають висоту до 1,5 метрів, по осі забивають кілки, які вказують номер пікету і висоту насипу. Поруч ставлять віху з поперечної горизонтальною планкою, що позначає поверхню майбутньої насипу. При насипу більшої висоти обмежуються забиванням паль по осі.

Закріплення тимчасової смуги відведення:

Закріплення проводиться одночасно з розбивкою елементів земляного полотна. Смуга постійного відводу знаходиться зазвичай в смузі тимчасового водовідведення, тому межі її закріплюють після повного закінчення робіт по обробці земляного полотна.

На першій хватці виконується: зрізання рослинного шару ґрунту з укосів існуючого земляного полотна і смуги поширення автогрейдером ДЗ-98 глибиною 0,15м; розпушування укосів існуючого земляного полотна бульдозером ДП-18, чи металевими кілками, прикрученими до відвалу автогрейдера ДЗ-99, зображеного на рисунку (6.1).

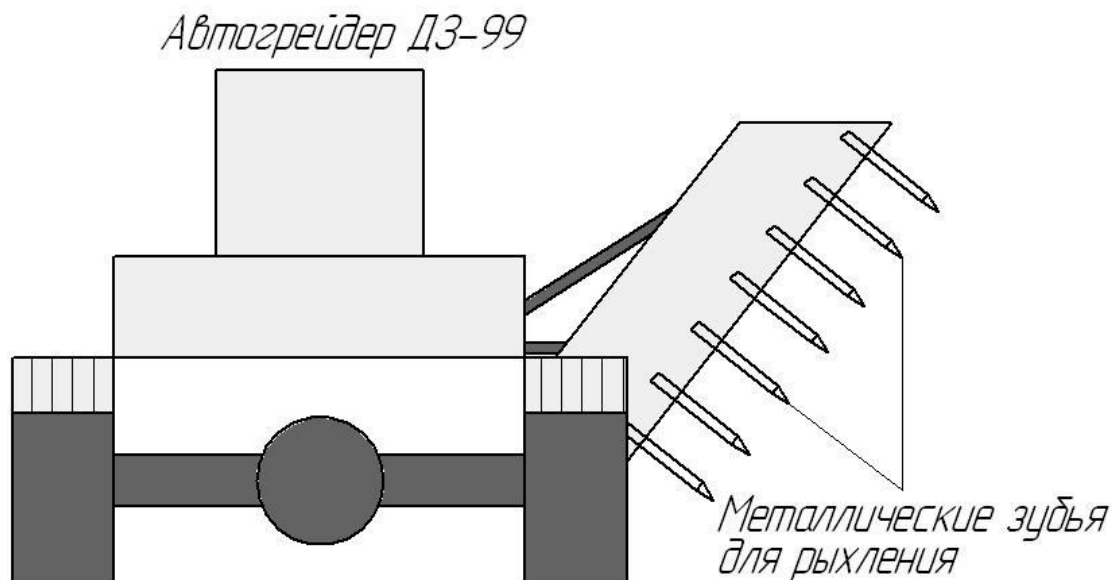


Рис. 5.1 Металеві кілки для розпушування, прикріплені до відвалу автогрейдера

Також здійснюється до ущільнення смуги поширення земляного полотна котком ДУ-16В за 4 проходи.

На другій захватці здійснюють: розробку ґрунту у виїмці скрепером ДЗ-13 і вивіз матеріала в бокові резерви, на поширення і в кавал'єр. Також здійснюють розробку ґрунту в кар'єрі екскаватором ЭО-7111 і вивіз його на поширення КамАЗами-55111, вантажопід'ємністю 13 т.

Вивантажують ґрунт з автомобілів-самоскидів в кучі, відстань між якими визначається за формулою:

$$L=Q/bhk_y, \text{ м};$$

де Q – обсяг ґрунту в кузові автомобіля–самокида, м³(Q=13/1,7=7,65 м³);

b – ширина шару відсипки, м;

h – товщина шару відсипки, м;

k_y – коефіцієнт ущільнення.

$$L = 7,65/1,5 \cdot 0,25 \cdot 1,03 = 19,81 \text{ м}$$

Одночасно здійснюють переміщення ґрунту в тіло насипу і розрівнювання його автогрейдером ДЗ-98.

Переміщення і пошарове розрівнювання ґрунту в насипу виконується автогрейдером ДЗ-98 шарами товщиною 0,25 м. Ширина відсипки шарів у

виїмці прийнята на 1,5 м більше ширини дорожнього полотна з лівого боку (для ущільнення крайових частин, які прилягають до укосу).

Схема руху скрепера ДЗ-13 показана на рисунку 5.2

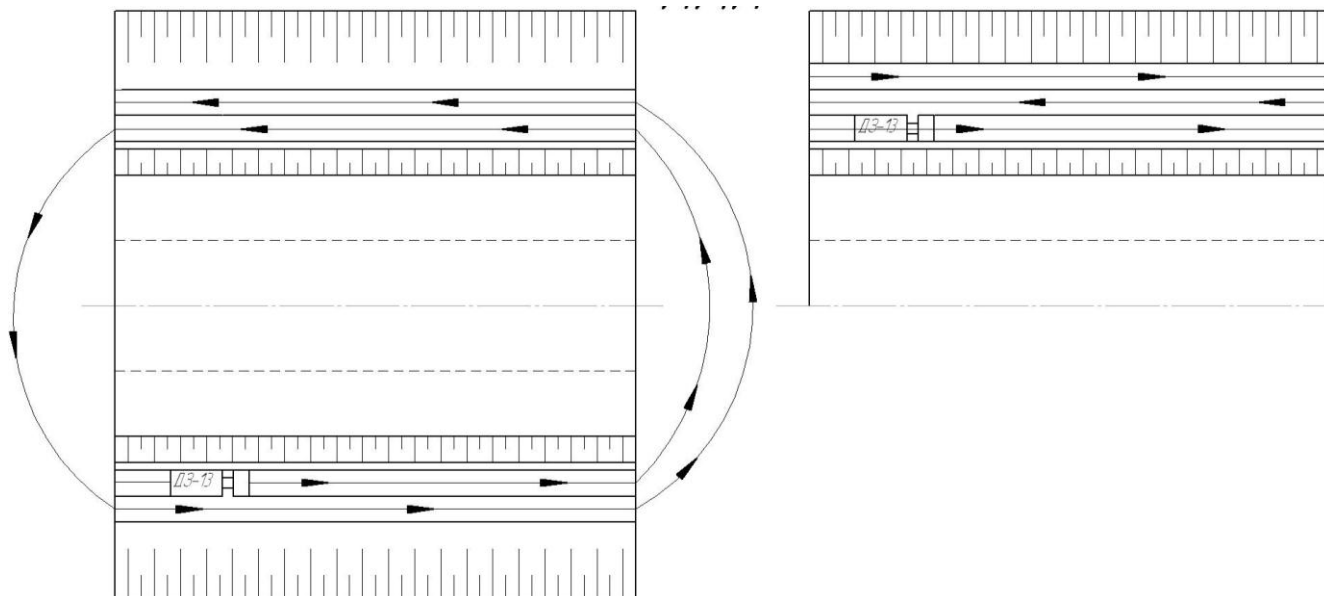


Рис. 5.2 Схема руху скрепера ДЗ-13

Після розрівнювання шар повинен мати проектний поздовжній похил.

На третій захватці виконують роботи по зволоженню і ущільненню земляного полотна.

Грунт зволожують поливомийні машинами ПМ-130 і ущільнюють самохідним катком на пневмошинах ДУ-16В.

Ущільнення слід проводити при оптимальній вологості ґрунту. Щоб уникнути обвалення ґрунту прилеглої до укосу частини насипу перший прохід ковзанки слід робити на відстані не менше 2 м від бровки укосу, після чого, зміщуючи кожний наступний прохід на 1/3 ширини сліду в сторону бровки, накочують краю насипу. Потім ущільнення продовжують круговими проходками з переміщенням смуг ущільнення від країв насипу до її осі з перекриттям кожного сліду на 1/3.

Кожен наступний прохід по одному і тому ж сліду починають після перекриття попередніми проходами всієї ширини земляного полотна. Схема руху ПМ-130 і самохідного котка на пневмошинах ДУ-16В на ділянці розширення земляного полотна представлена на рисунку 6.3.

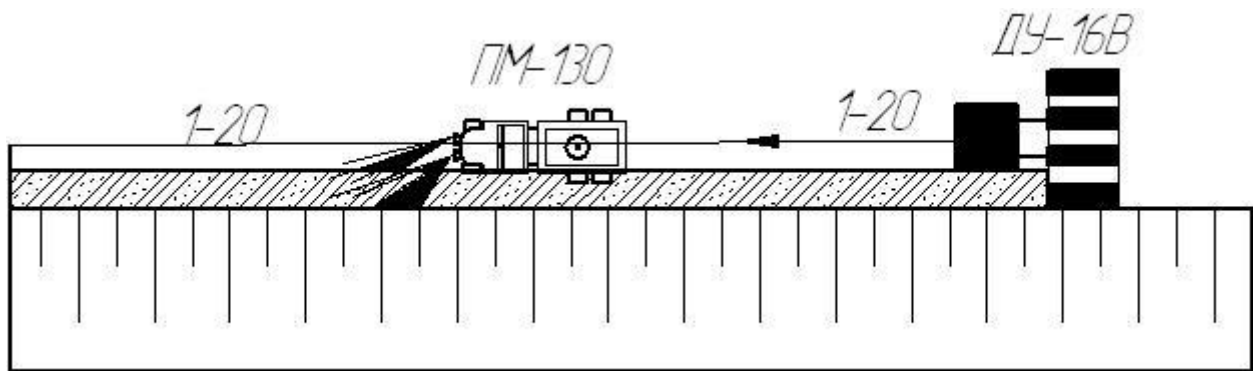


Рис. 5.3 Схема руху поливомийної машини ПМ-130 і самохідного котка на пневмошинах ДУ-16В.

Необхідний коефіцієнт ущільнення ґрунту 0,95-0,98 - в нижніх шарах земляного полотна і 0,98-1 - у верхніх.

На четвертій захватці виконуються наступні технологічні операції:

- планування укосів і канав автогрейдером ДЗ-98;
- насування рослинного шару бульдозером ДЗ-9.
- нарізка трикутний канав автогрейдером ДЗ-99

Схема руху при насуву рослинного шару, а також і при зрізку, представлена на рисунок 5.4.

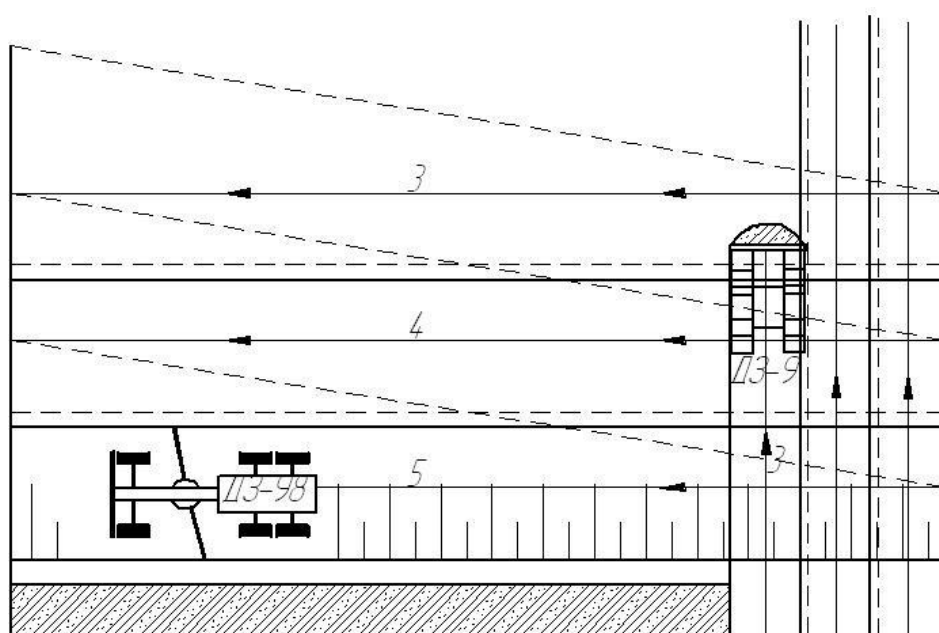


Рис. 5.4 Схема руху бульдозера ДЗ-9 і автогрейдера ДЗ-99.

Наведені дані щодо організації робіт на автомобільній дорозі Київ-Ковель при капітальному ремонті з укладанням геосинтетичного прошарку не викликає ускладнень, тобто здійснюється за традиційною технологією з використанням наявних машин і механізмів.

6. РОЗДІЛ

ТЕХНОЛОГІЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ КИЇВ-КОВЕЛЬ

6.1 Обсяги робіт при капітальному ремонті земляного полотна

Підрахунок обсягів земляних робіт ведемо, використовуючи поперечні профілі, за допомогою програми КОМПАС-3D-V10. Всі обсяги земляних робіт: нарізання каналів, а також досипка при поширенні земляного полотна і розробка ґрунту у виїмці з урахуванням коефіцієнтів ущільнення і розпушування, наведені в таблиці 4.1.

Визначення обсягів по видам робіт при капітальному ремонті земляного полотна:

Обсяг робіт при засипці існуючих каналів:

$$V_{\text{робот}}=0 \text{ м}^3$$

Обсяг робіт при знятті рослинного шару з укосів, смуги поширення і частини для нового будівництва в середньому:

$$V_{\text{робот}}=V_{\text{откосов}} + V_{\text{уширення}} + V_{\text{н. стр.}} = 2,5 \cdot 2 \cdot 700 + 5 \cdot 700 + 15 \cdot 700 = 17500 \text{ м}^2$$

Обсяг робіт при до ущільненні смуги поширення:

$$V_{\text{робот}}=3500 \text{ м}^2$$

Обсяг робіт при розпушуванні укосів:

$$V_{\text{робот}}=2,5 \cdot 2 \cdot 700 \cdot 0,35=1225 \text{ м}^3$$

Обсяг робіт при розробці ґрунту в кар'єрі і переміщенні в шар насипу з ПК 69+00 до ПК 66+00:

$$V_{\text{робот}}=5664,24 \text{ м}^3$$

Обсяг робіт при розробці ґрунту у виїмці з ПК 67+30 до ПК 70+00:

$$V_{\text{робот}}=23270,63 \text{ м}^3$$

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 07 90 000 ПЗ			
Виконав	Осовський І.М.			ТЕХНОЛОГІЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М.					41	65
Консульта	Талах С.М.				406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.						
Зав.	Пилипенко І.О.						

Обсяг робіт при розробці ґрунту у виїмці і переміщенні в шар насипу з ПК 63+00 до ПК 66+00:

$$V_{\text{робот}}=3780,26 \text{ м}^3$$

Обсяг робіт при розрівнюванні шару ґрунту:

$$V_{\text{робот}}=9444,5 \text{ м}^3$$

Обсяг робіт при поширенні дорожнього полотна:

$$V_{\text{робот}}=0,66 \cdot 700 = 462 \text{ м}^3$$

Обсяг робіт при зволоженні шару ґрунту:

$$V_{\text{робот}}=1018 \text{ тыс.л.}$$

Обсяг робіт при зволоженні шару досипки при поширенні:

$$V_{\text{робот}}=1,225 \text{ тыс.л.}$$

Обсяг робіт при ущільненні шару ґрунту:

$$V_{\text{робот}}=9444,5 \text{ м}^3$$

Обсяг робіт при плануванні укосів насипу:

$$V_{\text{робот}}=6 \cdot 2 \cdot 700 = 8400 \text{ м}^2$$

Обсяг робіт при надувці шару рослинного ґрунту на укоси:

$$V_{\text{робот}}=840 \text{ м}^3$$

Обсяг робіт при нарізанні водовідвідних каналів автогрейдером:

$$V_{\text{робот}}=0,72 \cdot 700 = 504 \text{ м}^3$$

6.2 Вибір дорожніх машин при капітальному ремонті земляного полотна

Вибір машин виконується відповідно з робочими операціями при капітальному ремонті земляного полотна. Підбираємо комплект машин до ведучої машині на захватках.

Нормативну продуктивність машин визначаємо за формулою:

$$П_{\text{н}} = \frac{8,2 \cdot E}{N_{\text{вр}}}$$

де 8,2 – тривалість зміни, год;

E – одиниці вимірювання;

$N_{\text{вр}}$ – норма часу.

Зняття рослинного шару з смуги капітального ремонту

Для зняття рослинного шару з укосів застосовують автогрейдер ДЗ-98.

Нормативна продуктивність автогрейдера ДЗ-98 при знятті рослинного шару з смуги нового будівництва визначається по формулі:

$$P_n = \frac{8,2 \cdot 1000 \text{ м}^2}{2,3} = 3565,22 \text{ м}^2/\text{смену}$$

Зняття рослинного шару з укосів поширення

Для зняття рослинного шару з укосів застосовують бульдозер ДЗ-9.

Нормативна продуктивність бульдозера ДЗ-9 при знятті рослинного шару з укосів визначається по формулі:

$$P_n = \frac{8,2 \cdot 1000 \text{ м}^2}{0,6} = 13666,7 \text{ м}^2/\text{смену}$$

Доуцільнення смуги поширення

Для доуцільнення смуги поширення застосовуємо причіпний коток на пневматичних шинах ДУ-16В.

Нормативна продуктивність причіпного котка на пневматичних шинах ДУ-16В – при уцільненні ґрунту за 4 проходи по одному сліду з довжиною ділянки до 100 м визначається за формулою:

$$P_n = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^2}{1,0} = 820 \text{ м}^2/\text{смену}$$

Розпушування укосів

Для розпушування укосів застосовуємо бульдозер-розпушувач ДП-18 на базі трактора Т-180, чи металеві зубці, прикріплені до відвалу автогрейдера ДЗ-99.

Нормативна продуктивність бульдозера-розпушувача ДП-18 на базі трактора Т-180, чи металеві зубці, прикріплені до відвалу автогрейдера ДЗ-99, при розпушуванні укосів на глибину 0,35 м визначається за формулою:

$$P_n = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{0,09} = 9111,11 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Розробка ґрунту в кар'єрі і переміщення в шар насипу

Для розробки ґрунту в кар'єрі, розташованому на ПК63+20 вправо на відстані 2,7 км, застосовуємо екскаватор ЭО-7111.

Нормативна продуктивність екскаватора ЭО-7111 з ковшом місткістю 2,5 м³ – при розробці ґрунту І групи в кар’єрі визначається по формулі:

$$P_H = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{1,06} = 773,59 \text{ м}^3/\text{смену}$$

З урахуванням щільності ґрунту $\gamma_{\text{суглинок}} = 1,7 \text{ т/м}^3$:

$$P_3 = \frac{280,53 \text{ т/смену}}{1,7 \text{ т/м}^3} = 165 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Кількість машин, які забезпечують безперервну роботу екскаватора, визначається по формулі:

$$N = \frac{P_H^{\text{ЭК}}}{P_3^{\text{АВТ}}}$$

де $P_H^{\text{ЭК}}$ – нормативна продуктивність екскаватора, м³/зміну;

$P_3^{\text{АВТ}}$ – експлуатаційна продуктивність автосамоскида, м³/зміну.

Кількість машин, які забезпечують безперервну роботу екскаватора, визначається за формулою:

$$N = \frac{773,59}{165} = 4,69$$

– безперервну роботу екскаватора забезпечать 5 автосамоскидів КАМАЗ-55111.

Розробка ґрунту у виїмці при зрізанні укосів виїмки і переміщення у шар насипу і на вивіз.

Для розробки ґрунту у виїмці, розташованій починаючи з ПК67+300 і далі, застосовують скрепер ДЗ-13.

Нормативна продуктивність скрепера ДЗ-13 с ковшом місткістю 15 м³ – при розробці ґрунту І групи в кар’єрі визначається за формулою:

$$P_H = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{1,2} = 683,33 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Розрівнювання шару ґрунту

Для розрівнювання шару ґрунту товщиною до 0,25м застосовуємо бульдозер ДЗ-9 на базі трактора Т-180.

Нормативна продуктивність бульдозера ДЗ-9 на базі трактора Т-180 – при розрівнюванні шару ґрунту визначається за формулою:

$$\Pi_n = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{0,42} = 1952,38 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Зволоження шару ґрунту

Для зволоження ґрунту застосовують поливомийну машину ПМ-130.

Експлуатаційна продуктивність поливомийної машини ПМ-130 – при зволоженні ґрунту визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{T \cdot K_{\text{вр}} \cdot q}{\frac{2 \cdot l}{v} + t_1 + t_2}$$

де T – тривалість робочої зміни, $T=8,2$ ч;

$K_{\text{вр}}$ – коефіцієнт використання поливомийної машини по часу, $K_{\text{вр}}=0,85$;

q – вантажопідйомність автомобіля, $q=4$ т;

l – відстань транспортування води, $l=2,6$ км;

v – середня швидкість руху, $v=20$ км/ч;

t_1 – тривалість загрузки, $t=0,12$ ч;

t_2 – тривалість розлива, $t=0,2$ ч;

Ущільнення шару ґрунту

Для ущільнення шару ґрунту застосовують причіпний коток на пневматичних шинах ДУ-16В.

Нормативна продуктивність причіпного котка на пневматичних шинах ДУ-16В – при ущільненні ґрунту насипу за 4 проходи по одному сліду з довжиною гона до 100 м визначається за формулою:

$$\Pi_n = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{0,3} = 2733,33 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Планування укосів насипу і виїмки

Для планування укосів насипу застосовують автогрейдер ДЗ-98.

Нормативна продуктивність автогрейдера ДЗ-98 – при плануванні укосів насипу довжиною 3 м з довжиною гона до 200 м визначається за формулою:

$$\Pi_n = \frac{8,2 \cdot 1000 \text{ м}^2}{0,56} = 14642,86 \text{ м}^2/\text{смену}$$

Насипання шару рослинного ґрунту на укоси

Для насипання шару рослинного ґрунту на укоси застосовуємо бульдозер ДЗ-9 на базі трактора Т-180.

Нормативна продуктивність бульдозера ДЗ-9 на базі трактора Т-180 – при надувці шару рослинного ґрунту на укоси з переміщенням ґрунту на відстань до 10 м визначають за формулою:

$$\Pi_n = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{0,32} = 2562,5 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Нарізка водовідвідних каналів

Для нарізки водовідвідних каналів застосовують автогрейдер ДЗ-99.

Нормативна продуктивність автогрейдера ДЗ-99 – при нарізці водовідвідних каналів з довжиною гона до 200 м визначається за формулою:

$$\Pi_n = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{2,4} = 341,67 \text{ м}^3/\text{смену}$$

6.3 Визначення оптимальної довжини захватки

Для визначення оптимальної довжини захватки необхідно розрахувати коефіцієнт змінності $K_{зм}$, тривалість будівництва $T_{буд}$, а також строки початку і закінчення виконання робіт.

Тривалість будівельних робіт визначається по формулі:

$$T = T - T_p - T_{пр} - T_m - T_{орг} - T_{вм},$$

де T – період часу між закінченням весняної і початком осіннього бездоріжжя;

T_p – строк ремонту обладнання;

$T_{пр}$ – кількість святкових і вихідних днів;

T_m – кількість простоїв за метеоумовами;

$T_{орг}$ – кількість простоїв по організаційними причинами;

$T_{вм}$ – зовнішні об'єктні переходи.

Тривалість весняного бездоріжжя визначається за формулою:

$$T_n^e = T_1^e + \frac{5}{\alpha}$$

$$T_{\kappa}^{\epsilon} = T_{\eta}^{\epsilon} + \frac{0,7 \cdot h_{np}}{\alpha}$$

де T_1^{ϵ} – строк переходу температури через 0°C ;

T_{η}^{ϵ} , T_{κ}^{ϵ} – початок і кінець весняного бездоріжжя.

h_{np} – глибина промерзання ґрунту, см;

α – коефіцієнт відтанення ґрунту 1,2-6 см/добу.

$$T_{\eta}^{\epsilon} = 17,04 + \frac{5}{3,4} = 19,04$$

$$T_{\kappa}^{\epsilon} = 19,04 + \frac{0,7 \cdot 140}{3,4} = 18,05$$

Весняне бездоріжжя починається 19 квітня і закінчується 18 травня, тривалість 29 днів.

Тривалість осіннього бездоріжжя дорівнює кількості днів з коливаннями температури від +3 градусів до -4 градусів по Цельсію. В моєму випадку осіннє бездоріжжя триває з 12 жовтня по 2 листопада, тривалість 21 день.

Строк ремонту обладнання T_p складає 4,5% від T :

$$T_p = 0,045 \cdot 151 = 7 \text{ днів.}$$

Кількість святкових і вихідних днів $T_{пр}$ визначаємо по календарю на 2021 рік ($T_{пр} = 44$ дня).

Кількість простоїв по метеоумовам T_m визначаємо по формулі:

$$T_m = \frac{(T - T_{np}) \cdot \Pi}{100}$$

де Π – кількість дощових днів, %, які приймаємо згідно таблиці 6.1.

Табл. 6.1

Кількість дощових днів, %, при роботі в ґрунтах

Дорожньо-кліматична зона	ґрунт
	Суглинистий
IV	3

Кількість простоїв по організаційним причинам $T_{орг}$ визначаємо як 2,6% від T :

$$T_{орг} = 0,026 \cdot 151 = 4 \text{ дні}$$

Кількість днів по внутріоб'єктним переходам $T_{вм}$ складає 2% від T :

$$T_{\text{вм}} = 0,02 \cdot 151 = 3 \text{ дні}$$

Отримані дані зводимо в таблицю 6.2.

Табл. 6.2

Неробочі дні будівельного сезону при виконанні робіт в IV дорожньо-кліматичній зоні.

Кількість неробочих днів				Бездоріжжя		Кількість простоїв по метеоумовам	T	T _{стр}
Вихідні і святкові дні	Ремонт і профілактика	Простий по організаційним причинам	Внутриобъектные переходы	Весняне	Осіньне			
44	7	4	3	29	21	3	151	95

$$T_{\text{реконстр}} = 151 - 7 - 44 - 3 - 4 - 3 = 90 \text{ днів.}$$

З урахуванням тривалості світового дня розраховуємо коефіцієнт змінності. Призначимо п'ятиденний робочий тиждень по 8,2 години на добу, з урахуванням дорожньо-кліматичного графіку визначимо кількість днів коли можливо без додаткових витрат виконувати роботи в дві зміни. Визначили, що тривалість днів більше 16 годин спостерігається з 18.05 по 01.08, тобто 65 днів.

Коефіцієнт змінності визначаємо по формулі:

$$K_{\text{см}} = \frac{T_1 + T_2 \cdot 2}{T_1 + T_2}$$

де T_1 – кількість днів з однією зміною;

T_2 – кількість днів з двома змінами.

Виходячи з цього розраховуємо $K_{\text{см}}$:

$$K_{\text{сi}} = \frac{25 + 65 \cdot 2}{25 + 65} = 1,72$$

Розрахункова довжина захватки повинна бути в межах:

$$L_{\text{min}} \leq L_{\text{расч}} \leq L_{\text{max}}$$

Таким чином необхідно розрахувати мінімальну і максимальну довжину захватки на даній ділянці лінійних робіт.

Мінімальна довжина захватки визначається за формулою:

$$L_{\min} = \frac{L}{T_{\text{стр}} \cdot K_{\text{см}}}$$

де L – довжина ділянки лінійних робіт, м;

$T_{\text{стр}}$ – тривалість дії потоку лінійних робіт, роб.дні;

$K_{\text{см}}$ – коефіцієнт змінності.

Мінімальну довжину захватки визначають за формулою:

$$L_{\min} = \frac{700}{90 \cdot 1,72} = 4,5 \text{ м}$$

Максимальну довжину захватки визначаємо з урахуванням продуктивності ведучої машини.

Продуктивності ведучої машини відповідають визначеній кількості машино-змін, що виконуються на ділянці протяжністю 1 км при улаштуванні конструктивного шару.

Максимальна довжина захватки визначається за формулою:

$$L_{\max} = \frac{L_{\text{участка}}}{n_{\text{маш.см.}}}$$

Для визначення $n_{\text{маш.см.}}$ необхідно розрахувати обсяг робіт на 1 км і визначити продуктивність ведучої машини на даній ділянці (для машин старого випуску – нормативну, а для машин нової модифікації – експлуатаційну).

Кількість машино-змін ведучої машини визначається за формулою:

$$n_{\text{маш-смен}} = \frac{V_{\text{учаска}}}{\Pi_{\text{н}}(\Pi_{\text{з}})}$$

де $V_{\text{учаска}}$ – обсяг робіт на всю ділянку;

$\Pi_{\text{н}}(\Pi_{\text{з}})$ – продуктивність ведучої машини.

6.4 Визначення максимальної довжини захватки для капітального ремонту земляного полотна в насипу (ведуча машина екскаватор ЕО-7111)

Характеристика провідної машини – екскаватора **ЕО-7111** – наведені в таблиці 6.3:

Характеристика екскаватора ЕО-7111

Показник	Одиниця вимірювання	ЕО-7111
Місткість ковша з зубцями:	м ³	2,5
Довжина стріли	м	8,6
Найбільший радіус копання	«	12
Радіус копання на рівні стоянки	«	7,2
Найбільша висота копання	«	10
Найбільший радіус вивантаження	«	10,8
Найбільша висота вивантаження	«	7
Потужність	кВт (л/с)	87-160
Маса екскаватора	т	86

Нормативна продуктивність екскаватора ЕО-7111 з ковшом місткістю 2,5 м³ – при розробці ґрунту І групи в кар'єрі:

$$P_n = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{1,06} = 773,59 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Загальний обсяг ґрунту, необхідного для улаштування поширення земляного полотна на всю ділянку (0,7 км):

$$V_{\text{участка}} = 5664,24 \text{ м}^3$$

Кількість машино-змін екскаватора ЕО-7111 визначаємо за формулою:

$$n_{\text{маш-смен}} = \frac{5664,24}{773,59} = 7,32 \text{ маш-смен}$$

Максимальну довжину захватки визначаємо за формулою (5.8):

$$L_{\text{max}} = \frac{700}{7,32} = 95,6 \text{ м}$$

Розрахункову довжину захватки визначаємо як середнє між L_{min} і L_{max} .

$$L_{\text{расч}} = \frac{4,5 + 95,6}{2} = 50,05 \text{ м (не підходить)}$$

Приймаємо оптимальну максимальну довжину захватки рівною 100 м.

6.5 Визначення максимальної довжини захватки для капітального ремонту земляного полотна у виємці (провідна машина скрепер ДЗ-13)

Характеристика провідної машини – скрепера ДЗ-13 – наведені в таблиці 6.4:

Табл. 6.4

Характеристика скрепера ДЗ-13

Показник	Одиниця вимірювання	ЭО-7111
Місткість ковша	м ³	15
Ширина захвата	м	2,93
Глибина резання	«	0,35
Товщина шару	«	0,5
Потужність	кВт (л.с.)	265 (360)
Маса скрепера	т	34

Нормативна продуктивність скрепера ДЗ-13 з ковшом місткістю 15 м³ – при розробці ґрунту І групи в кар'єрі:

$$P_n = \frac{8,2 \cdot 100 \text{ м}^3}{1,2} = 683,33 \text{ м}^3/\text{смену}$$

Загальний обсяг ґрунту, необхідного для улаштування поширення земляного полотна на всю ділянку:

$$V_{\text{участка}} = 23270,63 \text{ м}^3$$

Кількість машино-змен скрепера ДЗ-13 визначаємо за формулою:

$$n_{\text{маш-смен}} = \frac{23270,63}{683,33} = 34,05 \text{ маш-смен}$$

Для 5 скреперів ДЗ-13 кількість маш-змін складає **6,81**

Максимальну довжину захватки визначаємо за формулою:

$$L_{\text{max}} = \frac{700}{6,81} = 102,8 \text{ м}$$

Розрахункову довжину захватки визначаємо як середнє між L_{min} і L_{max} .

$$L_{\text{расч}} = \frac{4,5 + 102,8}{2} = 53,7 \text{ (не подходит) м}$$

Приймаємо оптимальну максимальну довжину захватки рівною 100 м.

Провнедене детальне дослідження технологічних операцій щодо капітального ремонту земляного полотна автомобільної дороги Київ-Ковель забезпечить високу якість і довговічність ґрунту, що необхідно в умовах

підвищеної вологості району виконання робіт. Визначення оптимальної довжини захватки забезпечить безперебійність і рівномірність виконаних обсягів земляних робіт.

7. РОЗДІЛ

ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ ГЕОСИНТЕТИЧНОГО ПРОШАРКУ НА АВТОМОБІЛЬНІЙ ДОРОЗІ КИЇВ – КОВЕЛЬ НА ДІЛЯНЦІ км 63+000 – км 70+000

При капітальному ремонті автомобільної дороги Київ-Ковель на ділянці км 63+000 – км 70+000 геосинтетичні матеріали застосовують в якості армуючого і тріщиноперериваючого прошарку в основі покриття (нижньому шарі). Застосування армуючого прошарку в нижньому шарі покриття сприяє підвищенню опору покриття розтягуючим температурним напругам і збільшенню опору розтягу при згині.

Підвищення стійкості основи та земляного полотна автомобільної дороги Київ-Ковель досягається за рахунок того, що геосинтетичний прошарок працює як:

- капіляроперериваючий дренажний та гідроізоляційний прошарок для попередження перезволоження і засолення робочого шару земляного полотна ґрунтовими чи поверхневими водами;

- захисний шар ґрунту земляного полотна, що буде запобігати утворенню здимань на поверхні покриття;

- захисно-армуючий прошарок при поширенні земляного полотна;

- захисно-армуючий прошарок для забезпечення місцевої і загальної стійкості укосів земляного полотна;

В залежності від функцій, які виконує матеріал, до нього висуваються вимоги до показників властивостей.

Прошарки із ГМ застосовують для запобігання чи обмеження зволоження ґрунтів робочого шару земляного полотна за рахунок:

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 07 90 000 ПЗ			
Виконав	<i>Осовський І.М</i>			ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ ГЕОСИНТЕТИЧНОГО ПРОШАРКУ НА АВТОМОБІЛЬНІЙ ДОРОЗІ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М					53	65
Консульта	Талах С.М				406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.						
Зав.	Пилипенко І.О.						

- використання дренажних прошарків і фільтрів з ГМ в конструкціях водовідвідних споруд (рисунок 9.1);
- використання гідроізолюючих прошарків з ГМ в конструкціях дорожніх одягів чи укріплення узбіч;

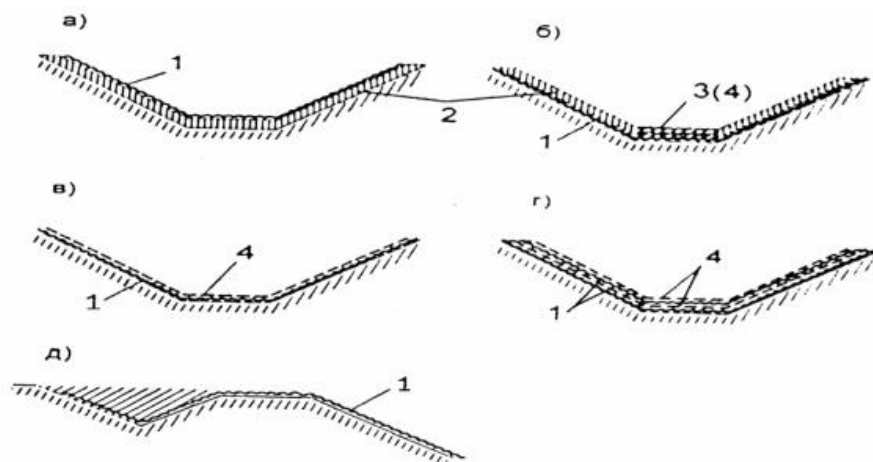


Рис. 7.1 конструкція укріплення водовідвідних каналів, кюветів (а, б, в, г) і закріплення геотекстильного матеріалу у брівки каналу кювета (д)

- 1- геотекстильний матеріал;
- 2- рослинний ґрунт;
- 3- кам'яна наброска (щебінь);
- 4- обробка бітумом

Регулювання водно-теплового режиму може передбачати наступні варіанти:

- повну гідроізоляцію робочого шару земляного полотна із збереженням близьких до оптимальних значень вологості ґрунту за рахунок заключення його в обійму з обробленого в'язучим нетканого геотекстильного матеріалу;

- запобігання додаткового зволоження ґрунтів робочого шару земляного полотна в результаті притоку ґрунтових чи тривало стоячих поверхневих вод за рахунок улаштування в нижній частині земляного полотна прошарку з обробленого в'язучим нетканого геотекстильного ГМ (рис. 7.2 а) чи капілярперериваючого шару з мінеральних матеріалів із захистом прошарком з нетканого геотекстильного матеріалу під цим шаром (рис. 7.2 б).

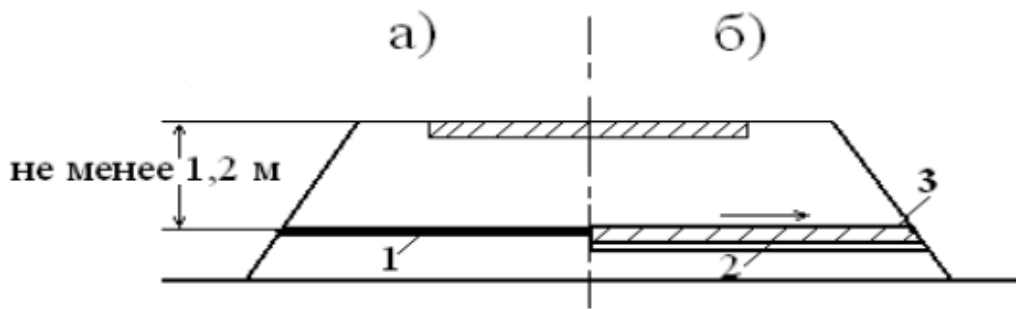


Рис. 7.2 Конструкція регулювання водно-теплового режиму земляного полотна прошарками ГМ

- 1 – нетканый геотекстильный материал, обработанный в'язучим»
- 2 – нетканый геотекстильный материал;
- 3 – дренающий шар

Капілярперериваючий шар в нижній частині земляного полотна може бути улаштований з геокомпозиту (два шари геотекстильного фільтру з високо пористим полімерним заповнювачем між ними).

Технічне рішення з улаштування капілярперериваючих шарів чи прошарку дозволяє запобігти засоленню ґрунту робочого шару при близькому рівні мінералізованих ґрунтових вод і його негативний вплив на матеріал дорожнього одягу.

Прошарки з ГМ застосовують в якості захисного прошарку земляного полотна, яке споруджується з піщаних ґрунтів, на заміну шару із зв'язного чи укріпленого ґрунту. В цьому випадку прошарок з ГМ крім захисних функцій виконує функцію розділювальну між піщаним ґрунтом і нижнім шаром дорожнього одягу з кам'яних матеріалів.

Конструкції шару основи та земляного полотна наведені на рисунку 9.3. Геотекстильний прошарок, який використовується в якості захисного шару повинен відповідати загальним вимогам, які висуваються до геотекстильних матеріалів і мати міцність на розтяг не менше 70 кН/м, подовження при розриві не менше 50 %, умовний модуль деформації не менше 150 Н/см.

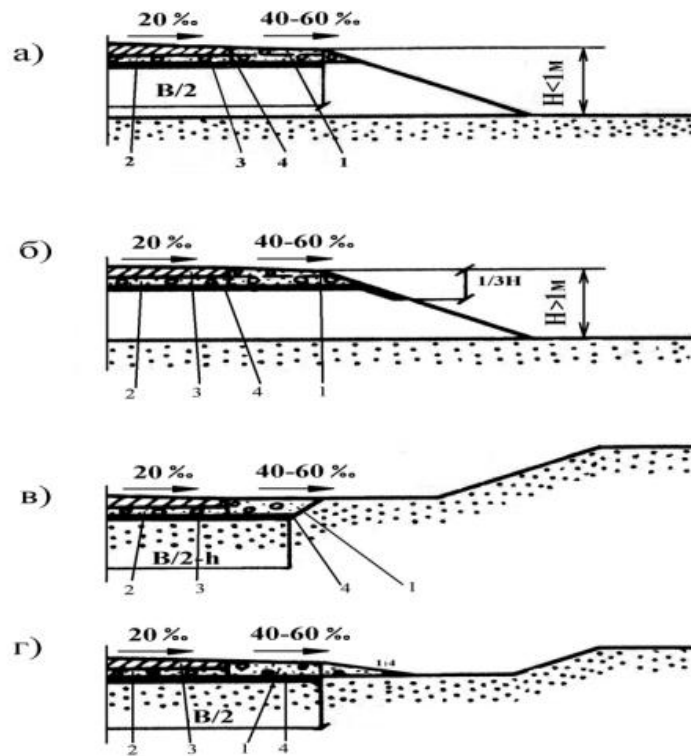


Рис. 7.3 Конструкція основи і земляного полотна із захисним шаром з

геосинтетичного матеріалу

а – насип висотою до 1 м;

б – насип висотою більше 1 м;

в – виїмка;

г – виїмка, яка розділюється під насип;

1 – шар укріплення узбіччя;

2 – основа;

3 – покриття

Прошарок із ГМ застосовують для запобігання утворення здимань чи їх ліквідації за рахунок зменшення зволоження ґрунту насипу ґрунтовими чи тривало стоячими поверхневими водами з одного чи обох боків земляного полотна.

При цьому технічні рішення переважно зводяться до улаштування гідроізолюючого прошарку з геотекстильного матеріалу, обробленого в'язучим, чи дренаючого прошарку з геотекстилю з випуском його на узбіччя. Представляє практичний інтерес протиздиманна конструкція (рис. 7.4), в якій геотекстильний матеріал в якості захисного захисного фільтру поперечних траншей, заповнених крупно уламковим кам'яним матеріалом. Траншеї розташовані з обох боків дороги в шахматному порядку на відстані 3-4 м один

від одного з похилом дна не менше 40 промілей. Глибина траншеї в верхній частині повинна перевищувати товщину дорожнього одягу не менше ніж на 0,25 м. Дана конструкція сприяє дренажу води з дорожнього одягу, регулює тепловий режим земляного полотна, сприяє швидкому промерзанню земляного полотна, знижуючи ймовірність утворення льодових лінз.

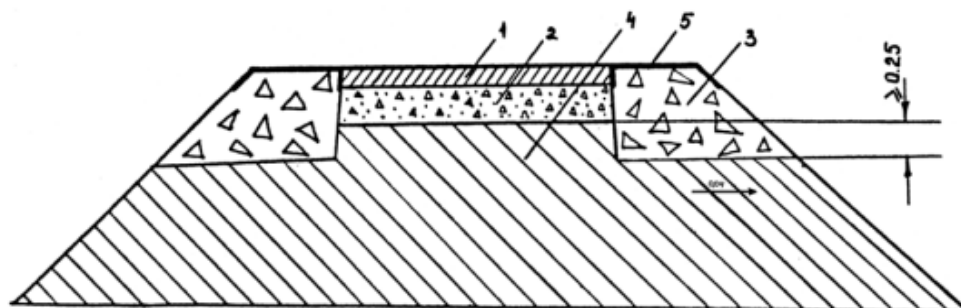


Рис. 7.4 Конструкція основи та земляного полотна із захисним фільтром з ГМ для запобігання здимання

- 1 – покриття;
- 2 – основа;
- 3 – протиздиманна траншея з кам'яним матеріалом;
- 4 – земляне полотно;
- 4 – захисний фільтр з ГМ.

Геосинтетичні матеріали застосовують при будівництві насипів на слабкій основі, складеному органічними (торф'яними) чи мінеральними (мокрі солончаки) ґрунтами, в якості захисних і захисно-армуючих прошарків (рис. 7.5).

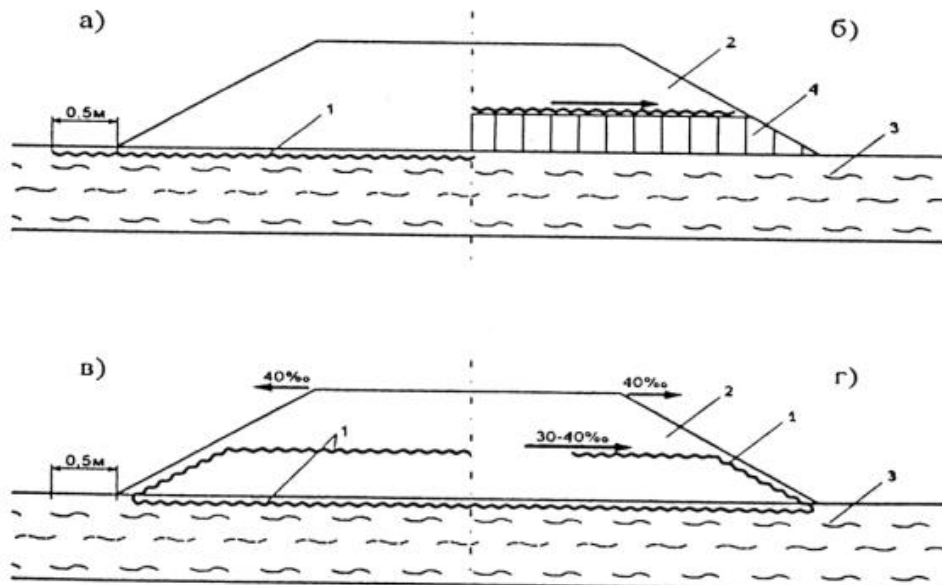


Рис. 7.5 –Конструктивні рішення при застосуванні захисних (а, б) і захисно-армуючих (в, г) прошарків з ГМ при будівництві насипів на слабкій основі

- 1 – ГМ;
- 2 – насип;
- 3 – слабка основа;
- 4 – місцевий ґрунт

При цьому захисні прошарки укладають на поверхню слабкої основи при забезпеченій стійкості дорожньої конструкції. Застосування нетканих голкопробивних ГМ товщиною більше 3,5 мм, щільністю 35 г/см³ і вище, які відповідають вимогам за водонепроникністю, дозволяє покращити умови консолідації ґрунтів основи насипу і тим самим скоротити час осадки насипу.

Захисні прошарки на слабкій основі улаштовують по всій її ширині із запасом не менше 0,5 м в кожний бік згідно рисунку 7.5 а. В цьому випадку можливе як поперечне, так і поздовжнє відносно вісі насипу укладання окремих прошарків з перекриттям сусідніх полотен на 0,5 м. При поздовжньому укладанні величина перекриття «b» повинна бути скоригована з урахуванням прогнозованої осадки насипу «s» ($b=0,15+0,2 s$).

Захисні прошарки в насипах на слабких основах можуть бути улаштовані і згідно рисунку 7.5 в, г із заключенням нижньої частини насипу в «обойму» для захисту укісних частин насипу і досягнення додаткового армуючого ефекту (підвищення жорсткості нижньої частини насипу, рівномірності осідань). В

цьому випадку виконують поперечне відносно вісі насипу укладання полотен ГМ, висуваючи до ГМ додаткові вимоги в частині показників механічних властивостей; рекомендується застосування нетканих голкопробивних додатково термоскріплених ГМ чи термозміцнених ГМ.

Армуючі прошарки для забезпечення стійкості насипів на слабких основах застосовують у випадках, якщо по виконаній у відповідності з діючими нормативними документами оцінці, стійкість на стадії будівництва чи після завершення консолідації не забезпечена.

Для створення армуючих прошарків рекомендується застосовувати високоміцні ГМ – ткані геотекстильні чи георешітки (геосітки), як правило, на основі поліефіру. При використанні георешіток (геосіток) доцільно створювати під ним захисні прошарки з нетканих ГМ і піщаний вирівнюючий шар товщиною від 10 см. Загальні конструктивні рішення наведені на рисунку 5.5 а, г. Для забезпечення рівномірності армуючого прошарку, який улаштовується, в поперечному напрямку відносно вісі насипу полотна укладають в поперечному напрямку з перекриттям сусідніх полотен на 0,5 м чи меншим, якщо передбачено їх з'єднання.

Для підвищення стійкості насипу на слабкій основі з урахуванням сил тертя на контакті «армоелемент – ґрунт насипу і ґрунт основи» необхідно виконання наступних умов:

- геосинтетичний матеріал укладається на вирівнюючий шар з піску;
- кут внутрішнього тертя піску для нижнього шару насипу і вирівнюючого шару повинен бути не менше 30 °;
- коефіцієнт тертя ГМ по піску повинен складати не менше 0,85-0,9 від коефіцієнта тертя піску.

Призначення конструктивних рішень з використанням армуючих прошарків і об'ємних георешіток виконують на основі індивідуальних рішень з виконанням спеціальних розрахунків і техніко-економічних обґрунтувань.

Захисно-армуючі прошарки з ГМ застосовують в основі насипу при будівництві доріг низьких технічних категорій і тимчасових доріг з метою

зниження нерівномірності осідання, а також з метою зменшення насипного шару. При цьому знижується колійність від руху транспорту і створюються сприятливі умови ущільнення нижніх шарів насипів.

При спорудженні тимчасових автомобільних доріг, під'їздів, майданчиків, використання геотекстильних матеріалів в якості армуючої і одночасно захисного (розділюючого) прошарку на границі між насипним і підстиляючим ґрунтом дозволяє покращити умови руху транспортних засобів. Захисні (рослинні) прошарки з геотекстильних матеріалів рекомендується застосовувати навіть в тих випадках, коли нижня частина насипу споруджується з ґрунту підвищеної вологості. При цьому розділювальні прошарки розміщують на границі контакту ґрунтів різного складу, що забезпечує підвищення несучої здатності земляного полотна. При улаштуванні тимчасових автомобільних доріг, під'їздів, забезпеченні проїзду на період будівництва в складних ґрунтово-гідрологічних умовах використовують конструкції згідно рисунку 7.6.

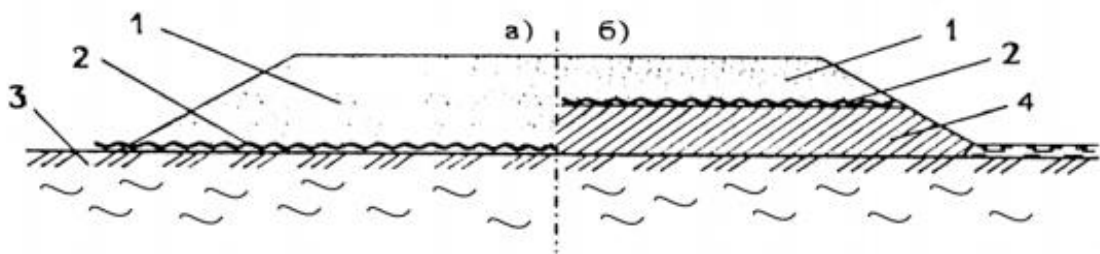


Рис. 7.6 Конструкції тимчасових доріг чи доріг з низькими типами покриттів на слабких ґрунтах

- 1 – привізний ґрунт;
- 2 – геотекстиль;
- 3 – слабкий ґрунт;
- 4 – місцевий ґрунт

Прошарки з геосинтетичних матеріалів можуть бути використані при зведенні земляного полотна з перезволожених ґрунтів. В цьому випадку можливі два рішення, які наведені на рисунку 7.7 (а, б).

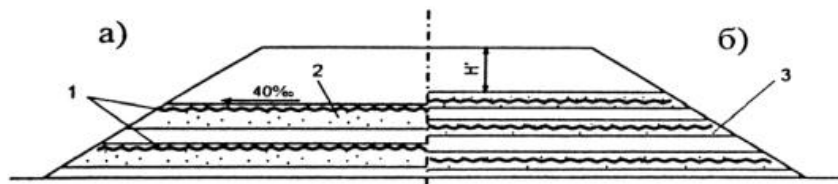


Рисунок 7.7 Застосування ГМ при зведенні земляного полотна з ґрунтів підвищеної вологості

- 1- ГМ;
2- Піщані дренаючі шари;
3- Піщані технологічні прошарки.

Прошарки з ГМ в поєднанні з піщаними дренаючими шарами в нижній частині земляного полотна улаштовують для захисту від перемішування ґрунту і матеріалу дренаючого шару на період будівництва (рисунок 7.7 а). Для цього використовують неткані ГМ товщиною не менше 1,5 мм, які відповідають вимогам таблиці 7.1. Товщина дренаючих шарів при застосуванні таких ГМ може бути зменшена на 20 %. Відстань між дренаючими шарами повинна складати не більше 2 м для суглинків і 1,5 м для важких суглинків і глин. Верхній шар повинен розміщуватися на відстані не менше Н від поверхні земляного полотна в умовах, вказаних в таблиці 7.1.

Табл. 7.1

Мінімальна відстань від поверхні земляного полотна до поверхні дренаючого шару Н

Вид ґрунту	Відстань при значенні K_w , м				
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Легкий суглинок	3,0	2,5	2,25	2,0	1,5
Важкий суглинок і глина, суглинок пілуватий	5,5	5,0	4,35	3,5	2,5

Неткані голкопробивні ГМ товщиною не менше 3,5 мм при дотриманні вимог по водонепроникності можуть в таких випадках виконувати функції

самостійних дренажних елементів, які замінюють піщані шари в нижній частині земляного полотна. Прошарки з ГМ улаштовують на всю ширину насипу з поперечним похилом 40 промілей і виводом країв полотен на укіс. Для зниження ступеню їх замулювання над і під прошарком з ГМ слід створювати піщаний захисний шар мінімальної товщини.

В якості самостійних дренажних елементів при спеціальному техніко-економічному обґрунтуванні в цьому випадку можливе застосування також геокомпозитів.

Геосинтетичні матеріали застосовують при улаштуванні армуючі і захисно-армуючих прошарків при поширенні земляного полотна та улаштуванні шарів основи. В залежності від поставленої мети застосовують геотекстильні матеріали чи георешітки (просторові чи геосітки). Проектування виконують на основі індивідуальних рішень.

Наведені технологічні рішення щодо використання геосинтетичного прошарку виготовленого із геосинтетичних матеріалів різних видів свідчать, що для забезпечення високого експлуатаційного стану, міцності і несучої здатності не тільки основи покриття, а і нижчерозташованих шарів дорожньої конструкції автомобільної дороги Київ-Ковель це є оптимальним заходом.

ВИСНОВОК

1. Проведені дослідження свідчать, що для забезпечення експлуатаційної довговічності і надійності відремонтованої конструкції після виконання робіт з капітального ремонту автомобільної дороги Київ-Ковель оптимальним рішенням є укладання геосинтетичного прошарку в основі покриття.

2. Огляд попередніх досліджень свідчить, що геосинтеичні матеріали і виготовлені з них вироби, зокрема прошарок з ГМ є сучасним, ефективним способом посилення існуючих дорожніх конструкцій для забезпечення їх відповідності вимогам руху транспортних засобів збільшеної вантажонапруженості та інтенсивності.

3. Використання геосинтетичного прошарку на дорозі Київ-Ковель забезпечить фізико-механічні показники і морозостійкість улаштованому шару згідно вимог діючих нормативних документів (ДСТУ Б В.2.7-119:2013), що дасть можливість дотримуватись міжремонтних строків служби без проведення додаткових ремонтних заходів.

4. Ефективність використання геосинтетичного прошарку при капітальному ремонті автомобільної дороги Київ-Ковель в основі покриття закладається в поліпшенні транспортно-експлуатаційного стану покриття (попередження появи відображених тріщин, вирівнювання, посилення) забезпеченні несучої здатності всієї конструкції, збільшення міжремонтних строків служби і покращення естетичного вигляду автомобільної дороги.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 07 90 000 ПЗ			
Виконав	Осовський І.М.			ВИСНОВОК	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М.					63	65
Консульта	Талах С.М.				406 АД 192		
Н.	Пилипенко І.О.						
Зав.	Пилипенко І.О.						

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
2. ДСТУ Б А.2.4-29:2008 Автомобільні дороги. Землянеполотно і дорожній одяг.Робочі креслення.
3. ВБН В.2.3-218-186-2004
4. О.А. Білятинський, В.И. Заворицький, В.П. Старовойда, Я.В. Хом'як. Проектування автомобільних доріг, частина І. К., Вища школа, 1997.
5. О.А. Білятинський, В.П. Старовойда, Я.В. Хом'як. Проектування автомобільних доріг, частина ІІ. К., Вища школа, 1998.
6. Білятинський О.А., Старовойда В.П. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг. - К.: Вища освіта, 2003.-343с.
7. С. Вернусь, Н. Дудник, Г. Жучко, В. Нагайчук, В. Резник, Є. Столбов, О. Титенко, Т. Хрипушина. Порядокогородження та організації дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг.Київ,Укравтодор,2006.
8. ВБН Г.1-218-182:2006 Класифікація робіт з ремонтів автомобільних доріг загального користування, Архбудінформ, 2006.
9. ДСТУ Б В.2.7-119-2011 Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови, Укравтодор, 2011.
10. Т.П. Литвиненко. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг. Полтавський національний технічний університет, 2013.
11. Справочная энциклопедия дорожника. I ТОМ. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. Москва, 2005.
12. Н.В. Внуков. Вплив автомобільних доріг на екобезпеку комплексу «автомобіль-дорога-середовище». Харків.
13. Г.П. Клинковий и др. Организация дорожного движения. М., Транспорт, 1982.
14. Проектирование в строительстве автомобильных дорог. Справочник под редакцией В.И. Заворицкого. К., Техника, 1996.

15. Я.В. Хомяк, В.Ф. Скорченко. Автомобильные дороги и окружающая среда. К., Вища школа, 1988.
16. Ф.П. Гончаренко, С.Д. Прусенко, В.Ф. Скорченко. Експлуатаційне утримання та ремонт автомобільних доріг за складних природних та екологічних умов. К., 1999.
17. Костельов М.П. Дорожная техника [Текст] / Костельов М.П. // Технология холодного ресайклинга: сб. статей. – Санкт-Петербург, 2005.
18. А.В. Бусел. Ремонт автомобильных дорог.- Минск «АртДизайн» 2004.- 206 с.
19. Степура В.С., Белятинський А.О., Кужель Н.В. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів. Київ, 2013.
20. ВБН В.2.3-218-186-2004
Спорудитранспорту. Дрожній одяг нежорсткого типу. Київ, Укравтодор, 2004.
21. Білятинський О.А. Кузьмін В.І. "Інженерно - геодезичні роботи при будівництві автомобільних доріг". Київ, НТУ, 2001. 191 с.