

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: Реконструкція ділянки автомобільної дороги Київ-Ковель з  
використанням технології холодного ресайклінгу

Виконавець: Євтушок Я.В.

Керівник: Талах С.М

Нормоконтролер: Пилипенко І.О

Київ 2021

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з: 70 стор., 16 табл., 17 рис., 24 джерел.

**Об'єкт проектування** – Реконструкція ділянки автомобільної дороги Київ-Ковель з використанням технології холодного ресайклінгу.

**Предмет дослідження** – особливості використання технології холодного ресайклінгу при реконструкції ділянки автомобільної дороги Київ-Ковель

**Метою роботи є:** проектування реконструкції ділянки автомобільної дороги Київ-Ковель за результатами виконаного обстеження з використанням сучасних дорожньо-будівельні матеріалів.

Встановлено, що технологія холодного ресайклінгу має цілий ряд переваг перед традиційним способом відновлення експлуатаційного стану нежорстких дорожніх одягів (влаштування поверхневої обробки, тонкошарових покриттів тощо) і забезпечує високу якість виконаних робіт.

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

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

**Соціальна ефективність від впровадження розробки:** проведення робіт з реконструкції ділянки автомобільної дороги дасть можливість:

- забезпечити транспортну доступність населення, що покращить мобільність, зайнятість і збільшить рівень доходів мешканців;
- збільшити пропускну здатність ділянки автомобільної дороги та підвищити транспортно-експлуатаційні характеристики;
- поліпшити екологічну ситуацію на автомобільній дорозі Київ-Ковель, так як зниження швидкості руху автомобілей і виникнення заторів у декілька разів збільшує емісію шкідливих речовин в атмосферу, чим вкрай несприятливо впливає на довкілля.

## Зміст

Вступ	5-7
<b>1. Використання технології холодного ресайклінгу при реконструкції ділянки автомобільної дороги Київ-Ковель</b>	<b>8-17</b>
<b>2. Характеристика об'єкта реконструкції</b>	<b>18-22</b>
<b>3. План траси</b>	<b>23</b>
3.1 Технічні показники ділянки автомобільної дороги	23
3.2 Визначення категорії дороги, нормативних гранично допустимих параметрів плану і профіля дороги	23-25
3.3 Складання плану траси	26-27
3.4 Визначення елементів і головних точок колової кривої	27-28
3.5 Визначення напрямку траси	29
<b>4 Проектування поздовжнього та поперечного профіля траси автомобільної дороги Київ-Ковель</b>	<b>30</b>
4.1 Поздовжній профіль	30
4.2 Підготовка вихідних даних і проектування поздовжнього профіля	30-32
4.3 Обґрунтування і описання проектної лінії	32-38
4.4 Складання поперечного профіля ділянки реконструкції автомобільної дороги Київ-Ковель	38-39
<b>5. Конструювання дорожнього одягу</b>	<b>40</b>
5.1 Вихідні дані	40
5.2 Встановлення розрахункового навантаження	40-42
5.3 Визначення величини мінімального необхідного модуля пружності	42
<b>6. Проведення робіт за технологією холодного ресайклінгу на ділянці реконструкції автомобільної дороги Київ-Ковель</b>	<b>43-47</b>
6.1 Перелік технологічних операцій, які проводяться при використанні методу холодної регенерації	47
6.2 Послідовність виконання робіт за методом холодного ресайклінгу	48-50
6.3 Вимоги до матеріалів і контроль якості робіт	50-52

6.4 Технологічна карта улаштування покриття методом змішування на місці	<b>52-54</b>
<b>7.Організація виконання робіт</b>	<b>55</b>
7.1Побудова дорожньо-кліматичного графіку.	<b>55-56</b>
7.2Визначення строків виконання робіт.	<b>56-59</b>
7.3Визначення виду і кількості матеріалів, які необхідні для улаштування дорожнього одягу.	<b>60-67</b>
Загальні висновки	<b>68</b>
Список використаної літератури	<b>69-70</b>

## ВСТУП

Реконструкція автомобільної дороги передбачає зміну її геометричних параметрів для переведення її в більш високу технічну категорію і виконується у тому випадку, коли стан існуючої дороги не задовольняє вимогам руху, який збільшився. Розробка проекту реконструкції направлена на підвищення швидкостей руху автомобілів і безпеки руху.

В проектах реконструкції дороги передбачають:

- покращення плану і профіля – спрямлення хвилястих ділянок, збільшення радіусів горизонтальних і вертикальних кривих, улаштування віражів, поширень і перехідних кривих, пом'якшення крутих поздовжніх похилів, забезпечення видимості, побудову додаткових смуг проїзної частини для руху на підйом вантажних автомобілів та автопотягів;

- улаштування пересічень в різних рівнях із залізницями та автомобільними дорогами, покращення конструкції пересічень в одному рівні шляхом побудови додаткових смуг руху і напрямних острівків;

- будівництво обходів населених пунктів;

- поширення земляного полотна і проїзної частини;

- посилення дорожнього одягу;

- перебудову земляного полотна для підвищення його стійкості, особливо в місцях, які піддаються здиманню, на болотах, в районах розповсюдження ярів;

- перебудову штучних споруд відповідно до існуючих габаритів і навантажень;

- будівництво лінійних будівель, станцій обслуговування, пунктів технічної допомоги, автобусних зупинок, майданчиків відпочинку;

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 02 82 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	Євтушок Я.В..			<b>ВСТУП</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрюшів</i>
<i>Керівник</i>	Талах С.М					5	70
<i>Консультант</i>	Талах С.М				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	Пилипенко О.І.						
<i>Зав. каф.</i>	Пилипенко О.І.						

- декоративне і снігозахисне озеленення та архітектурне оформлення дороги.

Для обґрунтування необхідності реконструкції дороги визначають перспективну інтенсивність руху з урахуванням щорічного приросту.

Однією з технологій, яка на даний час є найбільш економічною і часто застосовується при реконструкції автомобільних доріг є технологія холодного ресайклінгу.

Концепція холодного ресайклінгу дорожнього одягу, як способу відновлення експлуатаційних властивостей, відносно нова. Холодна регенерація асфальтобетонних покриттів вигідно відрізняється від традиційних способів ремонту, насамперед своєю економічністю. Ця технологія дозволяє найбільш ефективно використовувати матеріал старого дорожнього одягу, усувати тріщини в старому покритті на всю чи більшу частину глибини, що уповільнює появу тріщин на новому покритті. Крім того, проведення робіт без розігріву матеріалу наносить мінімальну шкоду навколишньому середовищу.

Зазвичай для відновлення старого асфальтобетону рекомендують вводити органічні в'язучі: рідкий бітум, бітумну емульсію, відпрацьовані масла та інш. В якості мінерального в'язучого в основному застосовують цемент.

Однак, ця ефективна технологія вимагає подальшого розвитку в частині використання для укріплення матеріалів інших в'язучих, удосконалення технологічного процесу. Не вивчені достатньо питання стосовно також комплексного впливу технологічних і погодних факторів на властивості конструктивних шарів, які отримуються.

Враховуючи вищенаведене, метою даної дослідницької роботи є проектування реконструкції ділянки автомобільної дороги Київ-Ковель із застосуванням технології холодного ресайклінгу за результатами виконаного обстеження.

Відновлення експлуатаційних властивостей дорожнього одягу за технологією холодного ресайклінгу дасть можливість покращити стан

автомобільної дороги з мінімальним використанням існуючого матеріалу покриття і мінімальними фінансовими витратами.

**1. РОЗДІЛ**  
**ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ ПРИ**  
**РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІЛЯНКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ**  
**ДОРОГИ КИЇВ-КОВЕЛЬ**

Автомобільна дорога із строком служби втрачає свої транспортно-експлуатаційні властивості, зменшується міцність і погіршується рівність покриття, все це веде до створення аварійної ситуації на дорогах. Для рішення даної проблеми в галузі дорожнього будівництва поряд з традиційними методами ремонту і реконструкції автомобільних доріг з'явилися принципово нові технології, які відповідають сучасним вимогам дорожньої науки, постійно зростаючої інтенсивності руху, основані на останніх досягненнях науки і техніки.

Однією з таких технологій, яка дозволяє виконати ремонт чи реконструкцію автомобільних доріг є технологія по методу холодного ресайклінгу. Задачею холодного ресайклінгу є відновлення верхнього шару дорожнього одягу з використанням матеріалу отриманого від розборки старого покриття. Наявні руйнування видаляються разом з шаром асфальтобетону, а висота покриття майже не змінюється, що дозволяє використати даний метод на міських дорогах, де збільшення вертикальних відміток небажано. Головною перевагою холодного ресайклінгу перед традиційними способами ремонту дорог, є значна економія коштів на дорожньо-будівельних матеріалах.

При традиційній технології зруйноване покриття фрезерується, після чого виконується укладання додаткових шарів з асфальтобетонної суміші. Після фрезерування залишається асфальтовий гранулят, галузь застосування якого значно обмежена. Холодний ресайклінг також дозволяє використовувати весь матеріал від розбирання покриття для улаштування регенованого шару.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 02 82 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	Євтушок Я.В..			<b>ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІЛЯНКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ КИЇВ-КОВЕЛЬ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	Талах С.М					8	70
<i>Консультант</i>	Талах С.М				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	Пилипенко О.І.						
<i>Зав. каф.</i>	Пилипенко О.І.						



Регенований шар, отриманий в результаті ресайклінгу має високі міцнісні характеристики, що дозволяє зекономити на товщині асфальтобетонного покриття. Тому в умовах постійного збільшення дефіциту і вартості дорожньо-будівельних матеріалів при реконструкції чи ремонті доріг, метод холодного ресайклінгу найбільш рентабельний. Застосована технологія включає в себе ряд операцій, одна з основних — подрібнення покриття за допомогою холодного фрезерування, в результаті чого утворюється асфальтобетонний гранулят (АГ).

В отриманий асфальтобетонний гранулят (АГ) вводять необхідні компоненти, такі як: скелетний матеріал, в'язуче, вода і мінеральний порошок, потім відбувається перемішування всіх компонентів з отриманням асфальтогранулобетонної суміші (АГБ-суміші), її розподілення у вигляді конструктивного шару та ущільнення. Укладена, ущільнена і повністю сформована АГБ-суміш називається асфальтогранулобетон (АГБ).

Ця технологія дозволяє відновити монолітність пакету асфальтобетонних шарів дорожнього одягу на всю товщину чи частину її, без розігріву асфальтобетонного покриття. Зверх регенованого шару зазвичай укладають одно- чи двошарове асфальтобетонне покриття чи улаштовують поверхневу обробку.

Крім того, руйнування старого покриття дозволяє ліквідувати джерело виникнення нових відображених тріщин у шарах покриття, які укладаються вище (копіювання тріщин), що неминуче при традиційному методі посилення дорожнього одягу.

В залежності від виду нового в'язучого, яке вводиться в АГ при приготуванні АГБ-сумішей, розділяють 6 типів:

тип А — без додавання в'язучого;

тип Е — з додаванням бітумної емульсії;

тип В — з додаванням спіненого бітуму;

тип Б — з додаванням розігрітого бітуму;

тип М — з додаванням мінерального в'язучого (частіше всього цементу чи вапна);

тип К — з додаванням комплексного в'язучого (частіше всього бітумної емульсії і цементу).

Фізико-механічні властивості суміші типу А визначаються структурно-механічними властивостями АГ. Внаслідок пониженої ущільненості суміші, АГБ має високу пористість (8–14%) і низьку міцність. Перевагою застосування такого типу суміші є можливість відкриття руху для транспортних засобів одразу після ущільнення регенованого шару.

Суміш типу Е найбільш технологічна, її частіше всього застосовують для регенерації шарів, які переважно складаються з АГ. При застосуванні такого типу суміші відкриття руху можливе одразу після ущільнення регенованого шару. Міцнісні властивості АГБ з додаванням мінерального в'язучого значно вище, ніж у АГБ з додаванням органічного в'язучого. При чому міцність в цьому випадку зростає з часом.

Головним недоліком цього типу є те, що відкриття руху можливе тільки після набору мінімальної необхідної міцності. Високих міцностних якостей відремонтованих покриттів досягають за рахунок використання сумішей типу К. Даний тип має на увазі укріплення АГ комплексним в'язучим, тобто укріплення матеріала одночасно мінеральним і органічним в'язучими.

Застосування комплексних в'язучих дозволяє отримати ряд переваг: запобігає схильність сумішей, приготовлених тільки з додаванням цементу, до тріщиноутворення, а бітумні емульсії надають покриттю необхідну пружність. Застосування цього типу суміші дозволяє знизити товщину регенованого шару. В залежності від масової частки щебеню чи гравію (зерна кам'яного матеріалу крупніше 5 мм), який входить до складу асфальтобетону, з якого отриманий АГ, АГБ-суміші розділяються на щебеневі з вмістом щебеню 35% і більше та піщані — менше 35% вмісту щебеню. Для доріг I–II категорій застосовують щебеневі суміші, а для доріг III–IV категорій допускається

додавання піщаних. Якщо в АГ, який використовується для приготування щебених сумішей, вміст щебеню менше 35%, при приготуванні АГБ-суміші необхідно додавання недостаючої фракції щебеню.

Гранулометричний склад АГБ-суміші повинен відповідати вимогам, встановленим в нормативних документах. Показники фізико-механічних властивостей АГБ, в залежності від категорії автомобільної дороги і типу суміші, повинні відповідати наведеним в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Фізико-механічні властивості АГБ-суміші

Найменування показника	Норми для категорії автомобільної дороги											
	I-II			III				IV				
	Для сумішей											
	Е	М, К	В	Е	М, К	В	Б	Е	М, К	В	Б	А
Границя міцності при стиску, не менше, МПА, за температури 20 °С у віці:												
1 доба			1,4	-	-	1,4	1,2	-	-	1,4	1,2	0,7
7 діб	1,4	2,0	-	1,4	2,0	-	-	1,4	2,0	-	-	-
Те ж при 50 °С												
1 доба	-	-	0,7	-	-	0,6	0,5	-	-	0,6	0,5	0,4
7 діб	0,7	0,8	-	0,6	0,7	-	-	0,5	0,7	-	-	-
Коеф. водостійкості, не менше	0,7		0,7	0,6		0,6		0,6		0,6		0,6
Водонасичення, %, не більше	10		10	12		12		14		14		16

Бітум, який входить до складу добавок для сумішей типів Е, В, Б і К, усуває надлишкову жорсткість плівкового бітуму, оточуючого гранули, що зістарився, забезпечує зчеплення зерен заповнювача, який додається для збільшення вмісту щебеню чи корегування гранулометричного складу АГБ-суміші, між собою і з АГ, заповнює частково міжгранулярні пустоти, зменшуючи водонасичення АГБ, знижує міжгранулярне тертя, сприяючи кращому ущільненню АГБ-суміші, сприяє закриттю мікродефектів, які виникають в процесі експлуатації регенованого шару. Для приготування сумішей застосовують в'язкі і рідкі нафтові дорожні бітуми. Марку бітуму

вибирають в залежності від типу суміші і дорожньо-кліматичної зони відповідно таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Марка бітуму в залежності від типу суміші і дорожньо-кліматичної зони

Тип суміші	Марка бітуму для дорожньо-кліматичної зони		
	I	II, III	IV, V
Б	БНД 200/300, СГ, ПГ	БНД 200/300, СГ, ПГ	БНД 130/200, СГ, ПГ
В	БНД 130/200	БНД 90/130, БНД 130/200,	БНД 60/90, БНД 90/130,
Е, К	БНД 90/130, БНД 130/200,	БНД 60/90, БНД 90/130,	БНД 60/90, БНД 90/130,

Пісок та мінеральний порошок повинні відповідати вимогам ДСТУ Б.В.2.7-30. Для приготування сумішей всіх типів, крім типу Б, в ряді випадків необхідно додавання води. Машини для ресайклінгу були розроблені декілька років тому шляхом модернізації дорожніх фрез і машин для стабілізації ґрунту. Основний парк машин для ремонту, реконструкції і посилення дорожніх покриттів за методом ресайклінгу асфальтобетонних доріг представлений закордонними виробниками, такими як «Wirtgen», «Caterpillar», «Bomag», «MAN», «Hamm», «Bagela».

Ресайклери призначені спеціально для відновлення дорожніх одягів на велику глибину за один прохід, вони являють собою міцні машини на гусеничному чи колісному шасі з високою прохідністю.

Регенерація асфальтобетонного покриття може бути двох видів. Часткова регенерація — це метод створення нового шару основи чи покриття шляхом фрезерування частини асфальтобетонного покриття без захвату низчезташованих шарів основи ( $h_{\max} = 10$  см) (Рисунок 1.2 а). Глибока регенерація — це фрезерування існуючого шару покриття з асфальтобетону на повну товщину із захватом при цьому нижчезташованого шару основи ( $h_{\max} = 30$  см) (Рисунок 1.2 б).

Основною частиною машини є фрезерний барабан. До поверхні барабану приварені тримачі для резців з круглим стрижнем. Фрезерний барабан заключений в герметичну робочу камеру із змінним обсягом, що підвищує якість подрібнення матеріалів і практично ліквідує викид пилу в навколишнє середовище. Ресайклер має автономну систему по подачі і розподіленню на всю ширину фрезерованої смуги цементоводної суспензії, і систему по подачі спіненого бітуму чи емульсії. Для розподілення в'язучих на відповідній гребінці розташовано 12 форсунок. Для розподілення регенерованої суміші використовуються гвинтові шнеки, які розташовані в спеціальному коробі. Завдання визначеного похилу і попереднє ущільнення здійснюється вібробрусом.

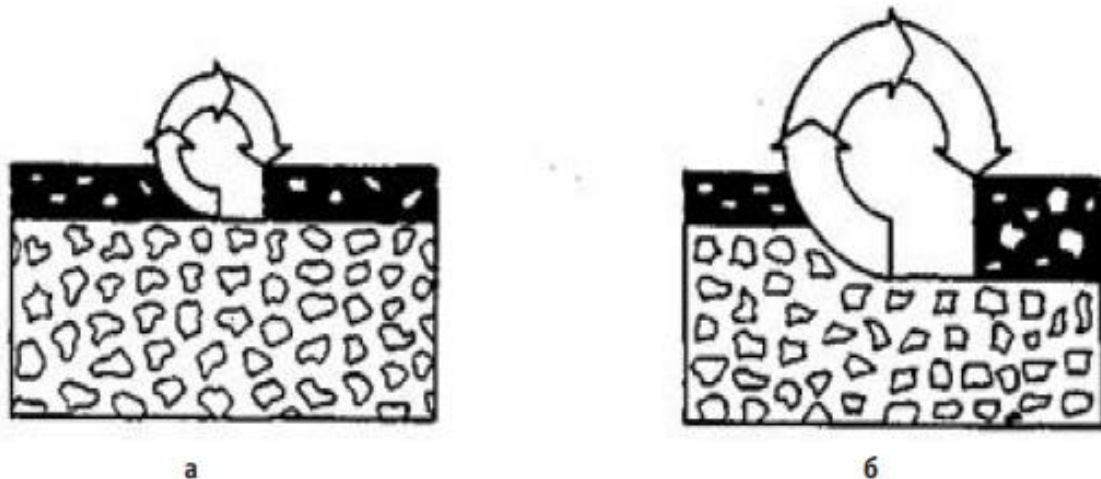


Рис. 1.1. Можливі варіанти регенерації покриття (а – часткова, б - глибока)

Порошкоподібні стабілізатори, наприклад, портландцемент чи золи-виносу зазвичай наносяться перед ресайклером безпосередньо на існуюче покриття. Ресайклер в процесі фрезерування за один прохід змішує його з подрібненим матеріалом і водою.

Технологія холодного ресайклінгу має ряд значних переваг перед іншими способами ремонту і реконструкції асфальтобетонних доріг:

— висока якість регенерованого шару в силу послідовного ефективного змішування отриманих на місці матеріалів з водою і стабілізаторами. Рідини

вводяться в точно необхідній кількості завдяки мікропроцесорній системі управління насосами. Змішування відповідає самим високим вимогам, оскільки компоненти примусово перемішуються в робочій камері ресайклера.

— структурна цілісність відновленого покриття. Даний метод дозволяє отримувати зв'язані шари більшої товщини, які відрізняються гомогенністю матеріалу.

— зменшення тривалості будівельних робіт. Сучасні машини для ресайклінгу відрізняються високою продуктивністю, що суттєво скорочує час будівельних робіт порівняно з традиційними методами відновлення покриттів.

— відсутність забруднення навколишнього середовища завдяки проведенню робіт без розігріву старого покриття.

— безпека дорожнього руху. Дана технологія дозволяє досягти високого рівня безпеки дорожнього руху при відновленні дорожнього покриття. Всі робочі машини, які виконують регенерацію, розташовуються в межах ширини однієї смуги руху. Завдяки цьому на двохсмугових дорогах спочатку може бути виконаний ресайклінг однієї смуги, а потім іншої.

Метод холодного ресайклінгу асфальтобетонних покриттів дозволяє отримати покриття з високими транспортно-експлуатаційними властивостями і збільшити міжремонтні строки експлуатації дороги. Також необхідно відмітити, що ця технологія дозволяє застосувати різні види в'язучого, а також для реалізації даного методу є наявні різні модифікації техніки, які дозволяють виконати роботи будь-якої складності. Все це робить даний метод універсальним і конкурентоспроможним.

Розглянута технологія була застосована для виконання робіт з реконструкції автомобільної дороги Київ-Ковель у Львівській області. Студент Євтушок Я.В. приймав участь у проведенні лабораторних досліджень під час проходження переддипломної практики.

Для даної автомобільної дороги було розглянуто 3 склади АГБ:

1 склад (укріплення органічним в'язучим (тип Е)): — Асфальтобетонний гранулят — 96,30%; — Бітумна емульсія ЕБК — 3–3,70%.

2 склад (укріплення мінеральним в'язучим (тип М)): — Асфальтобетонний гранулят — 97,30%; — Портландцемент М400–2,70%.

3 склад (укріплення комплексним в'язучим (тип К)): — Асфальтобетонний гранулят — 94,00%; — Бітумна емульсія ЕБК — 3–3,70%. — Портландцемент М400–2,30%.

В таблиці 1.3 наведені результати фізико-механічних властивостей АГБ, визначених на циліндричних зразках діаметром 71,4 мм, виготовлених пресуванням під тиском 7 МПа, в стандартних формах для виготовлення асфальтобетонних зразків при температурі  $20 \pm 2$  °С. Час витримування зразка при завданому тиску — 3 хв.

Таблиця 1.3

Фізико-механічні властивості АГБ

Ч.ч.	Найменування показника	Тип складу		
		Тип Е	Тип М	Тип К
1	Середня щільність, г/см <sup>3</sup>	2,32	2,34	2,36
2	Границя міцності при стиску, при 20 °С у віці 7 діб, МПа	1,60	2,80	2,90
3	Границя міцності при стиску, при 50 °С у віці 7 діб, МПа	0,90	1,60	1,50
4	Водонасичення, %	9,20	10,20	8,40
5	Коефіцієнт водостійкості	0,63	0,70	0,75

Виходячи з отриманих даних був прийнятий склад АГБ типу К. Для виконання реконструкції автомобільної дороги був прийнятий спосіб

отримання асфальтогранулобетонної суміші з додаванням цементної суспензії в розпушений матеріал старого дорожнього одягу. Попередньо перед розпушуванням автогудронатор розподіляє бітумну емульсію, після чого ресайклер розпушує існуючий дорожній одяг і вприскує цементну суспензію в розпушений матеріал. Цементна суспензія готується в змішувачі, який рухається разом з ресайклером. Подача суспензії виконується в розподільчу систему ресайклера. Для реалізації даного методу був вибраний ресайклер Wirgen RW 2500 і змішувальна установка Wirgen RM 1000. Технічні характеристики наведені в таблиці 1.4 і таблиці 1.5.

Таблиця 1.4

Технічні характеристики ресайклера Wirtgen WR 2500

Найменування показника	Од. вим	Значення
Робоча ширина	мм	2438
Робоча глибина	мм	0-500
Діаметр фрезерного барабану	мм	1480
Швидкість руху	м/хв	0-200
Потужність двигуна	кВт/л.с.	500/680
Обсяг паливного баку	л	1500
Обсяг водяного баку	л	750
Робоча маса	кг	32000

Таблиця 1.5

Технічні характеристики ресайклера Wirtgen RM 1000

Найменування показника	Од. вим	Значення
Максимальна продуктивність	л/хв	1000
Потужність двигуна	кВт/л.с.	186/250
Обсяг баку для цементу	м <sup>3</sup>	25



Обсяг водяного баку	л	11000
Обсяг паливного баку	л	420
Робоча маса	кг	31200

Для порівняння на рисунку 1.3 показаний стан покриття до регенерації (а) і після (б)



а

б

Рис. 1.2. Застосування технології холодного ресайклінгу на автомобільній дорозі Київ-Ковель

## 2. РОЗДІЛ

### ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА РЕКОНСТРУКЦІЇ

Ділянка автомобільної дороги Київ-Ковель, яка підлягає реконструкції, знаходиться у Львівській області.

Львівська область розташована в західній частині України. Цей регіон історично називають Галичиною. Площа області складає 21,8 тис. км<sup>2</sup>, що становить 3,6 % території України. Область займає південно-західну окраїну Східно – Європейської рівнини і західну частину північного макросхилу Українських Карпат. Львівщина на заході межує з Республікою Польща, на півночі – з Волинською, на північному сході – з Рівненською, на сході - з Тернопільською, на південному сході - з Івано-Франківською, на півдні – з Закарпатською областями. На території області виділяють п'ять природних районів – гірські Карпати на півдні, до них прилягає Передкарпатська височина, Подільська височина (плато) – в центральній частині, Мале Полісся і Волинська височина – на півночі.

Найвищими точками території є г. Пікуй (1405 м) на кордоні з Закарпатською областю та г. Камула (471 м) в рівнинній частині. Клімат помірно-континентальний, вологий: м'яка з відлигами зима, волога весна, тепле літо, тепла суха осінь. Річна кількість опадів коливається від 600 мм на рівнині до 1000 мм в горах. Через територію Львівщини проходить Головний Європейський вододіл. В області беруть початок Дністер та Західний Буг. Всього у Львівській області нараховується 4 водних басейни: р. Західний Буг, р. Сян, р. Дністер та р. Дніпро, у які впадають понад 8950 річок загальною протяжністю 16343 км.

Найбільша кількість річок (відповідно 5838 та 3213) належить до басейнів р. Дністра та р. Західного Бугу. 5 Лісові масиви зосереджені в Карпатах, а

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 02 82 000 ПЗ</b>						
<i>Виконав</i>	Євтушок Я.В..			<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА РЕКОНСТРУКЦІЇ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>			
<i>Керівник</i>	Талах С.М						18	70		
<i>Консультант</i>	Талах С.М				<b>406 АД 192</b>					
<i>Н. Контр.</i>	Пилипенко О.І.									
<i>Зав. каф.</i>	Пилипенко О.І.									

також в західній та північній частині Львівщини. Переважають сосна, бук, дуб, ялина, граб, менше поширені береза, вільха. Область багата на корисні копалини: кам'яне вугілля, природній газ, нафту, сірку, торф, озокерит, кухонну та калійну сіль, сировину для виробництва цементу, вапняки і сланці, мергель, будівельні та вогнетривкі глини тощо. Особливим багатством Галицької землі є великі запаси лікувальних мінеральних вод, на базі яких діють курорти.

Обсяги викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел забруднення в атмосферне повітря Львівської області за 2017 рік становили 109,1 тис. тонн, що більше попереднього року на 5,8%. Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря мають підприємства постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (52 тис. 511 тонн, або 48,1% від загальних викидів стаціонарними джерелами по області), добування кам'яного та бурого вугілля (36 тис. 599 тонн, або 33,5% від загальних викидів стаціонарними джерелами по області). У розрахунку на 1 км<sup>2</sup> площі припадало 4997,8кг (за 2016 рік – 4722,9кг) викидів забруднюючих речовин, на 1 особу – 43,1кг (за 2016 рік – 40,7кг). У районах та містах, де розташовані підприємства цих галузей спостерігаються найвищі обсяги викидів в атмосферне повітря. А саме: Кам'янкаБузький район (50 тис. 380 тонн, або 46,2%), Сокальський район (24 тис. 004 тонн, або 22,0%), м. Червоноград (13 тис. 326 тонн, або 12,2%) та м. Львів (3 тис. 995 тонн, або 3,6%). 6 Причинами надмірних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря є: повільне впровадження пилогазоочисного обладнання на підприємствах енергетики на яких використовується в якості палива – природне вугілля. Залишається гострою проблема недотриманням підприємствами технологічного режиму експлуатації пилогазоочисного устаткування, невиконанням у встановлені

терміни заходів щодо зниження обсягів викидів до нормативного рівня; низькими темпами впровадження сучасних технологій очищення викидів; відсутністю ефективного очищення викидів підприємств від газоподібних домішок.

Водні ресурси Львівської області відіграють важливу роль для населення та економіки. Вода використовується для питних, технічних, сільськогосподарських потреб, в рибному господарстві, в лікувальних цілях, є джерелом поповнення запасів підземних вод, ін. Поверхневі води Львівщини представлені річками, водосховищами, озерами та ставками. Львівська область розташована в межах Головного європейського вододілу.

В її межах переважають дрібні ріки – витoki основних річок Дністра і Західного Бугу. Річки області відносяться до басейнів Чорного (Дністер, Стир) і Балтійського (Буг, Сян) морів. Із загальної кількості річок 8756, тобто 97%, мають протяжність до 10км, 176- 10-50км, 16- 50-100км і 3 - понад 100км (Дністер, Стрий, Західний Буг). Середня густота річкової сітки в басейні Західного Бугу становить 0,35 км/км<sup>2</sup>, у басейні Дністра від 0,7 км/км<sup>2</sup> (Передкарпаття) до 1,5 км/км<sup>2</sup> (Карпати).

Львівська область характеризується значним просторовим розповсюдженням порід, сприятливих для розвитку карстових процесів, що обумовлює розвиток карстових явищ на значних територіях. Розвиток карсту співпадає з границями розповсюдження порід, що карстуються, які розповсюдженні в межах південно-західного краю Східноєвропейської платформи і в Предкарпатському прогині. Основні закономірності розвитку карсту пов'язані з просторовим розповсюдженням порід, що карстуються, їх літологічним складом, потужністю перекриваючих порід, ступенем і умовами водопроникливості, умовами і дією поверхневих і підземних вод на породи, що карстуються, а також з антропогенним чинником. Згідно моніторинговим

дослідженням карстові ділянки, в основному, стабілізовані та тимчасово стабілізовані.

Рослинний світ дуже різноманітний. Для рівнин характерна лісова (на півночі) і лісостепова (на півдні) рослинність, для передгір'їв і гір - лісова і лугова. Ліси займають близько третини території області; переважають широколистяні ліси (у північній частині рівнини соснові і сосново-дубові, в південній - дубово-грабові і дубово-букові (іноді з домішкою сосни та ялиці), в передгір'ях - дубово-букові та буково-ялицеві, в горах - буково-ялицеві та смерекові ліси змінюються гірськими лугами). Луги і болота займають близько 30%.

У межах Львівської області видовий склад представників тваринного світу досить різноманітний, і представлений східноєвропейськими, західноєвропейськими, середземноморськими і бореальними і гірськими видами. Характерними видами гірничо-карпатських тварин є карпатський тритон; з гірських - саламандра плямиста, глухар карпатський, білка карпатська, олень карпатський та інші; на рівнинній частині зустрічаються горлиця кільчаста, сліпак подільський, болотяна черепаха та інші. Разом з цим зберігається загальна тенденція до скорочення популяцій, їх вимушеної міграції або зникнення через масове осушення заболочених територій, інтенсивні лісорозробки, будівництво гребель та ставів, хімізацію сільського господарства, застосування швидкохідної техніки для сінокосіння, оранки, вприскування і т.д. Загальна кількість тварин Львівської області, занесених до Червоної книги України налічує 137 видів.

Корисні копалини. На території Львівської області наявні 24 види корисних копалин. Область багата на корисні копалини: природний газ, нафту (Бориславське, Східницьке, Стрільбицьке нафтові родовища), поклади вугілля, сірку, торф, озокерит (Бориславське озокеритове родовище), кухонну та калійну сіль, сировину для виробництва цементу,

вапняки (для цукрової промисловості, та вапняки для випалювання на вапно), сланці (сланець мінілітовий), мергель, великі запаси будівельних та вогнетривких глин (цегельно-черепична сировина), піску (для пісочниць локомотивних та піску для скляної промисловості), гіпсу та ангідриту, крейди будівельної, пісковиків, піщано-гравійних сумішей, керамзитова сировина; відкрито 4 родовища лікувальних мінеральних вод типу «Нафтуса». Особливим багатством Галицької землі є великі запаси лікувальних мінеральних вод, на базі яких діють курорти.

### 3. РОЗДІЛ ПЛАН ТРАСИ

#### 3.1 Технічні показники ділянки автомобільної дороги

##### Інтенсивність руху

Інтенсивність руху – загальна кількість автомобілів, які проходять через деякий переріз дороги за одиницю часу (доба, година).

Згідно завданій інтенсивності руху по формулі 1 визначаємо перспективну інтенсивність руху.

$$N_n = N_{исн} \times (1 + g)^n,$$

де  $N_{исн}$  - існуюча інтенсивність руху (авт/дiб),

$g$  - середньорічний приріст інтенсивності руху,

$n$  - перспектива, на яку розраховуються технічні нормативи, в основному на 20 чи 15 років.

$$N_{исн} = 1020 \text{ авт/добу};$$

$$g = 0,07;$$

$$n = 20 \text{ років}$$

$$N_n = 1020 * (1 + 0,07) = 3876 \text{ авт/добу.}$$

#### 3.2 Визначення категорії дороги, нормативних гранично допустимих параметрів плану і профіля дороги

Після розрахунку перспективної інтенсивності руху визначили категорію ділянки дороги, що реконструюється. Дорога Київ-Ковель має II технічну категорію. Показники категорії дорiг наведені в таблиці 3.1.

Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів				НАУ 21 02 82 000 ПЗ			
Виконав	Євтушок Я.В..			ПЛАН ТРАСИ	Літ.	Арк.	Акрушiв
Керівник	Талах С.М					23	70
Консультант	Талах С.М				406 АД 192		
Н. Контр.	Пилипенко О.І.						
Зав. каф.	Пилипенко О.І.						

## Розрахункова інтенсивність руху

Категорія дороги	Розрахункова інтенсивність руху, авт/добу		Народногосподарське і адміністративне значення автомобільних доріг
	приведена до легкового автомобіля	в транспортних одиницях	
I-a	➤ 14 000	➤ 7 000	Магістральні автомобільні дороги загальнодержавного призначення (в тому числі для міжнародного сполучення)
I-б II	> 14 000 > 6 000 до 14 000	> 7 000 > 3 000 до 7 000	Автомобільні дороги загальнодержавного (не віднесені до I-a категорії), обласного значення
III	> 2 000 до 6 000	> 1 000 до 3 000	Автомобільні дороги загальнодержавного обласного значення (не віднесені до I-б і II категорій), дороги місцевого значення
IV	> 200 до 2 000	> 100 до 1000	Автомобільні дороги обласного і місцевого значення (не віднесені до I-б, II і III категоріям)
V	До 200	До 100	Автомобільні дороги місцевого значення (крім віднесених до III і IV категорій)

Згідно ДБН В.2.3-4 визначаємо розрахункову швидкість руху і всі технічні нормативи для запроектованої ділянки автомобільної дороги, результати наведені в таблицях 3.2, 3.3.



Таблиця 3.2

## Розрахункові швидкості руху автомобілів

Категорія дороги	Розрахункова швидкість, км/год		
	Основні	Допустимі на складних ділянках	
		Пересічена місцевість	Гірська місцевість
1-а	150	120	80
1-б	120	100	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

Таблиця 3.3

## Нормативні характеристики автомобільної дороги

Розраху нкова швидкі сть, км/год	Найбіль ші поздов жні похили, %	Найменші відстані видимості, м		Найменші радіуси кривих, м				
				в плані		в поздовжньому профілі		
		для зупи нки	Зуст річн ого авто моби -ля	осно вні	в гірській місцевості	випук- лих	Оснoв- ні	в гірській місцевості
150	30	300	-	1200	1000	30 000	8 000	4 000
120	40	250	450	800	600	15 000	5 000	2 500
100	50	200	350	600	400	10 000	3 000	1500
80	60	150	250	300	250	5 000	2 000	1000
60	70	85	170	150	125	2 500	1500	600
50	80	75	130	100	100	1500	1200	400
40	90	55	ПО	60	60	1000	1000	300
30	100	45	90	30	30	600	600	200

### 3.3 Складання плану траси

#### Опис і обґрунтування положення автомобільної дороги Київ-Ковель на карті

Вказані на карті точки А (початок запроєктованої ділянки) і Б кінець запроєктованої ділянки) з'єднуємо прямою лінією. Це буде повітряна лінія – найкоротша відстань між двома пунктами.

Повітряна лінія пересікає дорогу під гострим кутом, що створює необхідність прокласти дорогу під кутом ближче до прямого, що покращить умови безпеки руху на автомобільній дорозі. Запроєктуємо трасу з одним кутом повороту і пересечемо перешкоду під кутом близьким до прямого.

Відношення фактичної довжини траси до довжини між завданими пунктами по прямій (повітряній) лінії є коефіцієнтом подовження траси, який визначається за формулою:

$$K = \frac{L}{L_{нов}}$$

$$K = \frac{1040}{1000} = 1,04.$$

Обходячи перешкоду, трасу відкладаємо з двох прямих ділянок. Зміна напрямку траси характеризується кутом повороту, який утворюється продовженням напрямку траси та її новим напрямком.

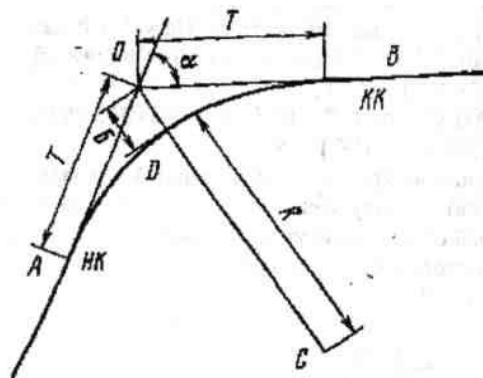


Рис. 3.1 Елементи колової кривої

Кут поворота траси характеризується:

- $\alpha' = 56$  - кутом повороту в градусах (вимірюється транспортиром);
- $R = 800$ - радіусом вписаної в поворот кривої;
- $K = 586,43$ - довжиною кривої;
- $T = 319$  - тангенсом, відстанями від кінців кривої до вершини кута повороту;
- $B = 109,54$  - бісектрисою – відстань від вершини кута до середини кривої;
- $D = 51,62$  - домером - різниця в довжині траси по прямим, які проходять через вершину кута і по кривій.

При обході перешкоди внаслідок складних умов проектування радіус повороту кривої беремо радіус для меншої категорії дороги ( $R = 600$ ).

#### **3.4 Визначення елементів і головних точок колової кривої**

Згідно куту поворота ( $\alpha'$ ) визначеної категорії дороги і прийнятого радіусу колової кривої по «таблицям для розбивки колових кривих на автомобільних дорогах» визначаємо вище наведені елементи колової кривої:  $T$ ,  $K$ ,  $B$ ,  $D$  (рис. 4).

На виміряном укуті повороту, в точці перелому траси проектуємо закруглення - колову криву, виконуємо розрахунок початку (ПК), середини (СК) і кінця кривої (КК). Від точки А до вершини кута (ВК) - точки перелому виконуємо розбивку пікетажа. Пікет (ПК) дорівнює 100 метрам. На карті з масштабом 1:10 000 пікет дорівнює 1 см, з масштабом 1:25 000 пікет дорівнює 4 мм, таким чином визначаємо положення вершини кута (ПК+...).

$\alpha' = 56^\circ$ ;  $R = 600$  м;  $T = 319$  м;  $K = 586,43$  м;  $D = 51,62$  м;  $B = 109,54$  м; ВК ПК 5+00.

Від вершини кута в сторону точки А відкладаємо величину тангенса ( $T$ ) в масштабі і отримуємо точку початку колової кривої (ПК). Тангенс відкладений

від вершини кута в сторону точки Б визначає точку кінця колової кривої (КК) і її пікетне положення:

$$\begin{array}{r} \_ \text{ ВК ПК } 5+00 \\ \_ \text{ Т } 3+19 \\ \text{ НКК ПК } 1+80,97 \\ + \text{ К ПК } 5+86,43 \\ \text{ ККК ПК } 7+67,40 \end{array}$$

Домер (Д) визначається по формулі (3):

$$Д=2Т-К.$$

$$Д=2*319-586,43=51,57$$

Далі внутрішній кут ( в нашому випадку він дорівнює  $180^0-56^0=124^0$ ) ділимо пополам і від вершини кута відкладаємо величину Б (бісектрису), отримаємо точку середини колової кривої (СКК). Через отримані три точки НКК, СК і ККК по лекалу проводимо колову криву, яка плавно пом'якшує перелом траси. Після цього виконуємо разбивку траси на пікети по кривій до точки Б (кінця траси). Таким чином, визначаємо пікетажне положення кінця траси (КТ ПК 10+40).

Всі дані заносимо у відомість кутів поворота, прямих і колових кривих (табл. 3.4.)

Таблиця 3.4

Відомість кутів поворота, прямих і колових кривих

№	ПК	Кути поворота		Елементи кривої					Головні точки кривої		Відстань між вершинами	Прямі вставки	Ру мб и	
		вліво	вправо	R	T	K	Д	Б	ПК	КК				
	0+00	початок траси												
1	5+00	-	56	60	31	586,	51,	109,	1+80,	7+67,4				
				0	9	43	62	54	97	0				
											591,57	272,57		
2	10+40	кінець траси												

### 3.5 Визначення напрямку траси

Напрямок траси визначаємо румбом - гострим кутом від найближчого напрямку меридіана до напрямку лінії; він позначається буквою *r*. Границі зміни румба від 0° до 90°.

Для однозначного визначення напрямку по значенню румба він супроводжується назвою чверті:

- |                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 чверть - ПС (північно-східний), | 3 чверть - ПЗ (південь-захід), |
| 2 чверть - ПС (південь-схід),     | 4 чверть - ПЗ (північ-захід).  |

Румб початкової прямої визначаємо по карті, вважаючи вертикальний край карти (в нашому випадку) напрямком магнітної стрілки "північ - південь". Виміряємо транспортиром кут між найближчим кінцем лінією, проведено параллельно вказаному напрямку (північ - південь) і напрямком першої ділянки траси. Получився кут 123°, тобто румб цієї прямої ПС. Далі віднімаємо величину кута поворота  $\alpha' = 56^\circ$ . Таким чином (кут поворота вправо визначаємо румб другої лінії ПС: 67°).

**4. РОЗДІЛ**  
**ПРОЕКТУВАННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО ТА ПОПЕРЕЧНОГО**  
**ПРОФІЛЯ ТРАСИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ КИЇВ-КОВЕЛЬ**

**4.1 Поздовжній профіль**

Поздовжній профіль - один з документів, який характеризує дорогу і положення її відносно поверхні землі.

Поздовжній профіль складають в масштабах:

- горизонтальний 1:5 000,
- вертикальний 1:500,
- розріз ґрунту в вертикальному масштабі 1:50;

Побудову поздовжнього профілю починають з сітки. В верхній частині листа поміщають креслення проекції вісі дороги в абсолютних відмітках лінія поверхні землі, яка умовно називається чорною лінією, дублюється другою лінією, паралельно їй, розміщеною на 2 см нижче; від цієї другої лінії нижч розміщують розріз ґрунту. Поверхню землі зображують тонкою чорною лінією.

Проектну лінію наносять червоним кольором товстою (0,5 - 1 мм) лінією, проектні відмітки (червоні) і відмітки поверхні землі (чорні) пишуть висотою 3 мм у відповідних графах, робочі відмітки - різницю між відмітками проектної лінії і поверхні землі, підписують на відстані 0,5 см від проектної лінії: для насипів – вище, а для виїмок - нижче проектної лінії.

**4.2 Підготовка вихідних даних і проектування поздовжнього профіля**

По карті визначають висотні відмітки, які відображають характерні зміни рельєфу місцевості на кожному пікеті, водотоках, що пересікаються і плюсових точках. Плюсовими точками виділяються понижені місця рельєфу, на яких

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 02 82 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	Євтушок Я.В..			<b>ПЛАН ТРАСИ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	Талах С.М					30	70
<i>Консультант</i>	Талах С.М				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	Пилипенко О.І.						
<i>Зав. каф.</i>	Пилипенко О.І.						

будуть проектуватися водо перепускні споруди, і підвищені (водороздільні) точки.

Відмітки поверхні землі знаходяться наступним чином: на рис. 6 дана точка з між горизонталями з висотами 162,5 і 165. Якщо провести через цю точку лінію аБ , нормальну до горизонталей, то, вимірявши циркулем за допомогою масштабу відрізки ас і об, рівні відповідно 13,0 м і 5 м, з пропорції (4) знаходимо

$$\frac{h_c}{h_b} = \frac{ac}{ab},$$

перевищення точки над горизонталлю з меншою відміткою:

$$h_c = \frac{ac}{ab} \cdot h_b,$$

- де  $h_b$  - висота перерізу рельєфу, м.

З рис. 6 видно, що  $h_b = 1$  м. Тоді  $h_c = 1,67$  м, а необхідна висота (відмітка) точки (пікета) с дорівнює  $h_c = 162,5 + 1,67 = 166,7$  м.



Рис. 4.1 - Визначення висоти точки по горизонталям.

Якщо точка (пікет) розташована на горизонталі, то її висота дорівнює висоті цієї горизонталі.

Розраховані відмітки поверхні землі вписують в графу 10 поздовжнього профілю, поверхню землі на кресленні зображують точкою і чорною лінією.

Визначення існуючих відміток землі (місцевості)

ПК0 162,5

ПК1  $4 * 2,5 / 6 = 1,67$ ;  $165 + 1,67 = 166,67$

ПК2  $1,5 * 2,5 / 7 = 0,54$ ;  $170 + 0,54 = 170,54$

ПК3  $2,5 * 5 / 7 = 1,79$ ;  $172,5 + 1,79 = 174,29$

ПК4  $2,5 * 2,5 / 6 = 1,04$ ;  $177,5 + 1,04 = 178,54$

ПК5  $6,5 * 2,5 / 7 = 2,32$ ;  $180 + 2,32 = 182,32$

ПК6  $6 * 2,5 / 8 = 1,88$ ;  $182,5 + 1,88 = 184,38$

ПК7  $7 * 2,5 / 8 = 2,19$ ;  $182,5 + 2,19 = 186,69$

ПК8  $2,5 * 2 / 11 = 0,45$ ;  $185 + 0,45 = 185,45$

ПК9  $7,5 * 2,5 / 8 = 2,34$ ;  $182,5 + 2,34 = 184,84$

ПК10  $2,5 * 3,5 / 5 = 1,75$ ;  $182,5 + 1,75 = 184,25$

ПК10+40 183,6

### **4.3 Обґрунтування і описання проектної лінії**

Після побудови лінії поверхні землі приступають до нанесення проектної (червоної) лінії. Нанесення проектної лінії починають з контрольних відміток, тобто відміток точок через які обов'язково повинна пройти проектна лінія. Такими точками є відмітки брівок насипів на підходах до водотоків, над штучними спорудами (трубами) і керівна відмітка насипу. Дану відмітку насипу встановлюють виходячи з ґрунтових і гідрологічних умов, снігонезаносимості дороги.



Для забезпечення зменшення заносу дороги снігом підвищення проектної лінії розраховується як керівна відмітка:

$$h = h_{CH} + \Delta,$$

де  $h_{CH}$  - висота снігового покриву для даної місцевості;

$\Delta$  - необхідний запас для доріг (залежить від категорії дороги) (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Категорія дороги

Категорія дороги	Необхідний запас
I	0.8
II	0.7
III	0.6
IV	0.5
V	0.4

$$h_{CH} \approx 0,28;$$

$$h = 0,28 + 0,7 = 0,98 \text{ м.}$$

Проектна лінія наноситься прямими лініями, вирівнюючи поверхню землі. Величина похилу проектної лінії до горизонту називається поздовжнім похилом і виражається в промілях ‰.

Оптимальне положення проектної лінії включає допустимі проектні похили, найбільшу величину вертикальних і вогнутих кривих (рис. 4.2).

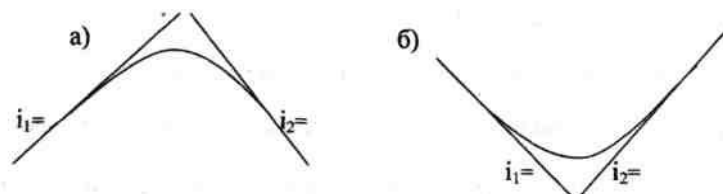


Рис. 4.2. Вертикальні криві: а) опукла; б) вогнута

Переломи проектної лінії в поздовжньому профілі при різниці похилу 5 ‰ і більше на дорогах I і II категорій, 10 ‰ і більше на дорогах III категорії і 20 ‰ і більше на IV і V категорій слід спрягати вертикальними кривими.

Проектна лінія не повинна змінювати похил над мостом. Над трубами можливе будь-яке положення проектної лінії, але при цьому необхідно, щоб засипка над трубою була не менше 0,5 м, якщо режим протікання води в трубі безнапірний чи брівка насипу знаходилась не менше ніж на 0,5 м вище підпертого горизонту води перед трубою при напірному режимі протікання води в трубі. Контрольна (мінімальна) відмітка брівки насипу визначається за формулою:

$$H_{к.тр.} = H_{д.о.} + H_{з.} + d + \delta + 0,5$$

де  $H_{д.о.}$  – товщина дорожнього одягу;

$H_{з.}$  – відмітка землі;

$d$  – діаметр труби;

$\delta$  – товщина стінки труби.

На ділянках, де похили поверхні землі перевищують допустимі на дорозі, з метою зменшення висоти насипу, проектну лінію наносять січною поверхню землі (рис. 4.3), допускаючи улаштування виїмок.

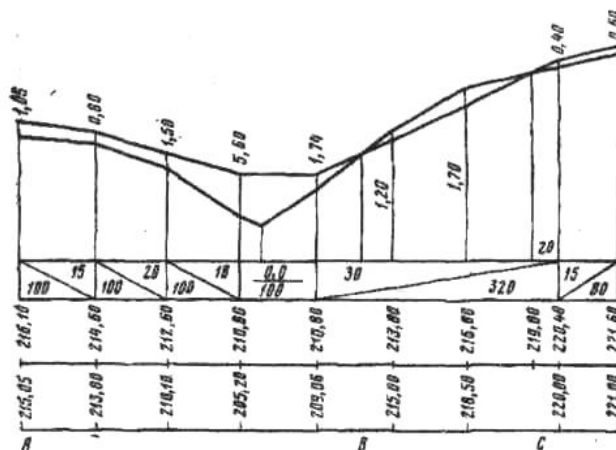


Рис. 4.3 Поверхня землі з улаштуванням виїмок

По завданям похилам визначають проектні відмітки на кожному пікеті, помножуючи похил на відстань і додаючи це перевищення до відмітки попереднього пікета (у випадку підйому) чи віднімаючи його (у випадку спуску) за формулою:

$$H_2 = H_1 \pm L \times i$$

Керівна відмітка з умов снігонезаносності (керівна відмітка)  $h=0,98$  м.  
Чорна відмітка землі на ПК 0=162,5 м.

Розраховуємо відмітку на ПК 0:

$$162,5+0,98=163,48 \text{ м.}$$

Розраховуємо поздовжній похил від ПК 0+00 до ПК 4+00

$$180,68-163,48/400 = 0,043(\text{тобто } 43\%)$$

Для ПК 1+00 перевищення:

$$0,043*100=4,3\text{м,}$$

де 100 – відстань між пікетами.

Отримане перевищення 1м додаємо до відмітки на ПК 0, таким чином проектна відмітка на ПК 1+00 буде

$$163,48+4,3=167,78 \text{ м.}$$

Далі до точки перелому проектного похилу на ПК 4+00 поздовжній похил складає 43% (підйом– до ПК 4+00).

З ПК 4+00 до ПК 7+00: проектний похил дорівнює

$$188,78-180,68/300=0,027(\text{тобто } 27\%).$$

Далі до точки перелому проектного похилу на ПК 7+00–10+40. Далі поздовжній похил складає

$$183,9-188,78/340= -0,012 \text{ (т.е. } 12\%) \text{ (спуск– до ПК 10+40).}$$

Далі визначаємо робочі відмітки-різниця між відмітками проектної лінії і поверхні землі.

$$\text{ПК } 0+00: 163,48-162,5 = 0,98$$

ПК 1+00: 167,78-166,67 = 1,1  
ПК 2+00: 172,08-170,54 = 1,54  
ПК 3+00: 176,38-174,29 = 2,09  
ПК 4+00: 180,37-178,54 = 1,83  
ПК 5+00: 183,38-182,32 = 1,06  
ПК 6+00: 185,64-184,38 = 1,26  
ПК 7+00: 186,89-186,69 = 0,2  
ПК 8+00: 187,17-186,45 = 0,72  
ПК 9+00: 186,38-184,84 = 1,54  
ПК 10+00: 185,18-184,25 = 0,93  
ПК 10+40: 183,9-183,6 = 0,3

Проектні відмітки записуються у відповідну графу поздовжнього похилу (таблиця 4.2).

Переломи проектної лінії пом'якшуються вписуванням вертикальних кривих.

Вписуючи вертикальну криву по тангенсам, проектну лінію наносять на креслення як ламану, що складається з прямих. Потім криві розраховують і вписують по зводній таблиці функції частних координат ( $l$  і  $h$ ) точок окружностей для ув'язки вертикальних кривих.

$$l_1 = 27$$

$$l_2 = 12$$

$$R = 10000$$

$$l_1 = R * i_1 = 10\ 000 * 0,027 = 270$$

$$l_2 = R * i_2 = 10\ 000 * 0,012 = 120$$

$$l_1 + l_2 = 270 + 120 = 390 \text{ м} - \text{довжина кривої}$$

Таблиця 4.2

## Проектні та робочі відмітки поздовжнього профілю

ПК+	Проектні відмітки	Відмітки землі	Робочі відмітки
0+00	163,48	162,5	0,98
1+00	167,78	167,78	1,1
2+00	172,08	170,54	1,54
3+00	176,38	174,29	2,09
4+00	180,37	178,54	1,83
5+00	183,38	182,32	1,06
6+00	185,64	184,38	1,26
7+00	186,89	186,69	0,2
8+00	187,17	186,45	0,72
9+00	186,38	184,84	1,54
10+00	185,18	184,25	0,93
10+40	183,9	183,6	0,3

Довжина тангенса:

$$T = \frac{1}{2}k = \frac{390}{2} = 195$$

$$\text{ПК } 0 = 700 - \frac{270+120}{2} + 270 = 775 - \text{ПК } 7+75$$

$$\text{ПК НК} = \text{ПК } 0 - l_2 = 775 - 270 = 505 - \text{ПК } 5+05$$

$$\text{ПК КК} = \text{ПК } 0 + l_2 = 775 + 120 = 895 - \text{ПК } 8+95$$

$$l_1 = 43$$

$$l_2 = 27$$

$$R = 10000$$

$$l_1 = R * i_1 = 10\ 000 * 0,043 = 430$$

$$l_2 = R * i_2 = 10\ 000 * 0,027 = 270$$

$$l_1 + l_2 = 430 - 270 = 160 \text{ м} - \text{довжина кривої}$$

Довжина тангенса:

$$T = \frac{1}{2}k = \frac{160}{2} = 80$$

$$\text{ПК 0} = 400 - \frac{430-270}{2} + 430 = 750 - \text{ПК 7+50}$$

$$\text{ПК НК} = \text{ПК 0} - l_1 = 750 - 430 = 320 - \text{ПК 3+20}$$

$$\text{ПК КК} = \text{ПК 0} - l_2 = 750 - 270 = 480 - \text{ПК 4+80}$$

#### **4.4 Складання поперечного профіля ділянки реконструкції автомобільної дороги Київ-Ковель**

Багаторічна практика будівництва, проектування та експлуатації автомобільних доріг відпрацювала ряд вимог до геометричної форми і конструкції земляного полотна при різних природних умовах. Тому розроблені типові поперечні профілі земляного полотна є єдиною системою і стандартами, які призначені для багатократного застосування проектними організаціями, однак з прив'язкою до конкретних умов будівництва та реконструкції. В поперечному перерізі земляне полотно може бути представлено у вигляді насипу, виїмки, напівнасипу – напіввиїмки. Підвищення брівки земляного полотна залежить від типу місцевості по характеру зволоження, кліматичної зони і виду ґрунту. Іногді висота насипу залежить від конструктивних особливостей штучних споруд (великих мостів, шляхопроводів, транспортних розв'язок).

Окремі проекти застосовуються у випадку, якщо неможливо застосувати типовий проект, чи при проектуванні відповідальних і складних ділянок земляного полотна. Окремі проекти розробляються на водовідвідні, дренажні і захисні споруди, які забезпечують стійкість земляного полотна в складних умовах.

Крутизна укосів насипів з піщаних і глинистих ґрунтів у звичайних умовах в залежності від висоти насипу і категорії дороги розділяються на типи:

I тип – висота насипу від 0 до 3 метрів. На дорогах I – III категорії, коефіцієнт закладання укосів  $m = 1:4$ .

II тип – висота насипу від 3 до 6 метрів. На дорогах I – III категорії, коефіцієнт закладання укосів  $m = 1:1,5$ ;

Висота насипу від 2 до 6 м . на дорогах IV – V категорії, коефіцієнт закладання укосів  $m = 1:1,5$ ;

III тип: висота насипу від 6 до 12 м. верхня частина дорівнює 6 м має коефіцієнт закладання укосів  $m = 1 : 1,5$ , а решта – нижня частина має коефіцієнт закладання укосів  $m = 1:1,75$ .

Для виїмок внутрішній укіс незалежно від глибини виїмки приймають  $m = 1:3$ , крутизна зовнішнього укосу виїмки в залежності від її глибини приймається;

IV тип: виїмка глибиною від 0 до 1м. при оптікаємому очертанні розкриті чи роздільні під насип мають коефіцієнт  $n = 1:5 - 1:10$ . При неоптікаємому очертанні  $n = 1:1,5 - 1:3$ .

V тип: Виїмка глибиною від 1 до 5 м . На снігозаносних ділянках  $n = 1:1,5 - 1:2$ .

VI тип: виїмка глибиною від 5 до 12 м, коефіцієнт  $n = 1:1,5$ .

## 5. РОЗДІЛ КОНСТРУЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

### 5.1 Вихідні дані

Необхідно запроєктувати дорожній одяг ділянки реконструкції автомобільної дороги Київ-Ковель.

Завданий рівень надійності  $K_n=0,95$ . Строк служби дорожнього одягу  $T_{cl}$  – 15 років. Грунт земляного полотна – глина. Тип місцевості за умовами зволоження – 2.

Інтенсивність руху на початок експлуатації дороги для вантажних автомобілів  $N_{o\,zp}=1370$  авт./добу;  $N_{o\,авт}=180$  авт./добу.

Склад руху для вантажних автомобілів: 2т – 24%; 4т – 22%; 6т – 20%; 8т – 19%; 10т – 15%. Приріст інтенсивності руху  $p=4\%$ .

Дорога знаходиться в III дорожньо-кліматичній зоні.

### 5.2 Встановлення розрахункового навантаження

Приймаємо для розрахунку дорожнього одягу розрахункове навантаження групи  $A_1$ , що характеризується нормативним статичним навантаженням на вісь 100 кН, нормативним статичним навантаженням на покриття  $Q_{расч}=50$  кН, питомим тиском колеса на покриття  $p=0,6$  МПа, розрахунковий діаметр сліду колеса, що рухається  $D_d=37$  см, нерухомого  $D=33$  см.

Визначаємо інтенсивність руху вантажних автомобілів і автобусів по автомобільній дорозі на 15-й рік експлуатації по формулі

$$N_i = N_o \cdot (1 + p/100)^i,$$

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 02 82 000 ПЗ</b>			
Виконав	Євтушок Я.В..			<b>КОНСТРУЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Талах С.М					40	70
Консультант	Талах С.М				<b>406 АД 192</b>		
Н. Контр.	Пилипенко О.І.						
Зав. каф.	Пилипенко О.І.						



де  $N_t$  – середньорічна добова інтенсивність руху на останній рік експлуатації дорожнього одягу, авт./добу;

$t$  – перспективний строк, років;

$N_o$  – середньорічна добова інтенсивність руху на початок експлуатації дороги, авт./добу;

$p$  – ріст інтенсивності руху.

$$N_{15zp}=1370(1+0,04)^{15}=2468 \text{ авт./сут}; N_{15авт}=180(1+0,04)^{15}=325 \text{ авт./сут.}$$

Визначаємо приведену інтенсивність впливу навантаження  $N_p$  на останній рік строку служби по формулі

$$N_p = f_{нол} \sum_{m=1}^n N_m \cdot S_{m.сум.},$$

де  $f_{нол}$  – коефіцієнт, який враховує кількість смуг руху,  $f_{нол}=0,55$ ;

$N_m$  - кількість проїздів за добу в обох напрямках транспортних засобів  $m$ -ої марки;

$S_{m.сум.}$  – сумарний коефіцієнт приведення транспортного засобу  $m$ -ої марки до розрахункового навантаження.

$$N_p = 0,55(2468 \cdot (0,24 \cdot 0,005 + 0,22 \cdot 0,2 + 0,20 \cdot 0,7 + 0,19 \cdot 1,25 + 0,15 \cdot 1,25) + 180 \cdot 0,7) = 639$$

Сумарна розрахункова кількість прикладань розрахункового навантаження до точки на поверхні дорожньої конструкції за строк служби визначається за формулою:

$$\sum N_p = 0,7 \cdot N_p \frac{K_c}{q^{(T_{pdr}-1)}} \cdot T_{pdr} \cdot k_n,$$

де  $T_{pdr}$  – розрахункова кількість розрахункових днів за рік, які відповідають визначеному стану деформованості конструкції,  $T_{pdr}=135$ ;

$q$  – показник зміни інтенсивності даного типу автомобіля по роках,  $q=1,04$ ;

$K_c$  – підсумковий коефіцієнт;

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

$$K_c = \frac{q^{T_{ci}} - 1}{q - 1} = 20,02$$

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 639 \frac{20,02}{1,04^{(15-1)}} \cdot 135 \cdot 1,49 = 1040199$$

### 5.3 Визначення величини мінімального необхідного модуля пружності

Визначаємо величину мінімального необхідного модуля пружності по формулі

$$E_{\min}^{mp} = 98,65 [\lg(\sum N_p) - c],$$

де  $c$  – емпіричний параметр, який приймається рівним для розрахункового навантаження 100 кН– 3,55.

$$E_{\min}^{mp} = 98,65 [\lg(1040199) - 3,55] = 255 \text{ МПа.}$$

Згідно ДБН В.2.3-4 для доріг II технічної категорії мінімальне значення необхідного модуля пружності  $E_{\min}=220$  МПа, що менше отриманого за розрахунком, відповідно, до розрахунку дорожнього одягу приймаємо  $E_{\min}^{mp}=255$  МПа.

## 6. РОЗДІЛ

### ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ НА ДІЛЯНЦІ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ КИЇВ-КОВЕЛЬ

Протягом часу дороги зношуються як фізично – на них з’являються нерівності і вибоїни, так і морально – їх вантажопід’ємність стає недостатньою. Відновлення покриття потребує багато зусиль: необхідно видалити і вивезти для повторного використання старий дорожній одяг, і тільки потім укласти нове покриття. Але ще складніше збільшити вантажоспроможність дороги.

Якщо профрезерувати зношене покриття на повну глибину, подрібнити його, додати необхідну кількість кам’яних матеріалів і в’яжучих, перемішати і укласти рівним шаром, то отримаємо нову основу дороги, яка потім ущільнюється котками. Для цього необхідні спеціальні машини великої потужності і продуктивності, здатні фрезерувати на глибину 300 – 600 мм. Такі машини випускаються виготовлювачами дорожньо-будівельної техніки – Caterpillar (США), Sakai, Niigata і Komatsu (Японія), Wirtgen і Bomag (Німеччина), Bitelli (Італія).

Фірма Wirtgen перша назвала свою технологію реконструкції доріг з використанням матеріала старого дорожнього одягу «холодний ресайклінг», а призначені для цієї роботи машини – «ресайклерами». Холодний ресайклінг можливо використовувати як на місцевих, так і на дорогах державного значення, з укріпленими (покриття і основа) і неукріпленими (щебеневими) шарами.

Даний метод реконструкції є сучасним, який добре зарекомендував себе у дорожніх організацій, оскільки забезпечує відновлення основи дорожнього одягу методом, який дозволяє повторне використання матеріала старого

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 02 82 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	Євтушок Я.В..			<b>ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ НА ДІЛЯНЦІ РЕКОНСТРУКЦІЇ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	Талах С.М					43	70
<i>Консультант</i>	Талах С.М				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	Пилипенко О.І.						
<i>Зав. каф.</i>	Пилипенко О.І.						

покриття. Застосування даного метода дозволяє скоротити строки реконструкції і суттєво знизити витрати.

Виконання робіт методом холодної регенерації здійснюється без зупинки руху.

Ресайклер Wirtgen холодний - це дорожньо-будівельна машина, призначена для фрезерування старого, зношеного дорожнього полотна, змішування гранулята з доданим в'язучим, наприклад, спіненим бітумом, і укладання готової суміші на тільки що оброблену поверхню.

За своїми особливостями Wirtgen WR 2500 практично не відрізняється від інших аналогів. В якості основи використовується класична металева профільна рама, з зварними з'єднаннями і додатковим посиленням жорсткості за допомогою поздовжніх і поперечним распорок. Поворотний механізм знаходиться в передній частині, передній міст є поворотним. Обидві вісі є ведучими, додатково на кожне колесо встановлена система автоматичної і примусової підкачки шин, що суттєво полегшує експлуатацію важкої техніки. Можливо виділити декілька характерних для даної моделі особливостей: простота в керуванні під час виконання робіт; використання різного навісного обладнання; великий запас міцності; експлуатація в різних температурних режимах.

У ресайклера Wirtgen WR 2500 робочий орган розташований в середній частині рами, кабіна оператора в задній, а двигун в передній. При цьому задня частина розташована дещо вище, ніж решта кузовні елементи, це зроблено для того, щоб забезпечити водію-оператору найкращий обзор в денний і нічний час.

Фірма «Wirtgen» на ресайклері WR 2500 встановлює вбудований розподільвач цементу з бункером ємністю 4 м<sup>3</sup>. Фірма випускає для комплектації ресайклерів мобільну (причіпну) змішувальну установку WM 1000 для отримання і передачі по шлангу в ресайклер цементно-водної

суспензії. Це виключає пилоутворення на місці виконання робіт, підвищує точність дозування і якість змішування подрібненого матеріалу. Ця установка оснащена бункером для цементу ємністю 25 м<sup>3</sup> і баком для води ємністю 11 м<sup>3</sup>. Для забезпечення високої якості змішування матеріала подрібненого дорожнього одягу з в'язучим на ресайклері WR 4200 вслід за фрезерно-змішувальними барабанами встановлюється поздовжня двохвальна лопастна мішалка.

Загальний вигляд ресайклінгу фірми «Wirtgen» наведений на рисунку 7.1.



Рис. 6.1 Ресайклер WR 2500

Перевагами технології холодного ресайклінгу є:

1. Відсутність забруднення навколишнього середовища завдяки повному використанню матеріала старого дорожнього одягу, немає необхідності в майданчиках для відвалів, обсяг привізних матеріалів мінімальний, дуже невеликі перевезення. Витрата енергії значно знижується, також як і руйнівний вплив транспортних засобів на дорожню мережу.

2. Якість ресайкльованого шару внаслідок послідовного змішування отриманих на місці матеріалів з водою і стабілізатором. Рідини вводяться в точно необхідній кількості завдяки мікропроцесорній системі управління насосами. Змішування відповідає самим високим вимогам, оскільки компоненти примусово перемішуються в робочій камері.

3. Структурна цілістність дорожнього одягу. Холодний ресайклінг дозволяє отримувати зв'язні шари великої товщини, які відрізняються гомогенністю матеріала. Завдяки цьому не потрібні рідкі в'язучі між тонкими шарами дорожнього одягу, що іноді необхідно в дорожніх одягах традиційної конструкції.

4. Збереження цілісності ґрунту, так як при ресайклінгу пошкодження низькоякісного ґрунту менше порівняно із застосуванням звичайних дорожньо-будівельних машин для відновлення дорожнього одягу. Зазвичай холодний ресайклінг виконується за один прохід ресайклером на пневмошинах, які мало деформують ґрунт.

5. Зменшення тривалості будівельних робіт. Сучасні машини для ресайклінгу відрізняються високою продуктивністю, що суттєво скорочує час будівельних робіт порівняно з традиційними методами відновлення дорожніх покриттів. Скорочення часу робіт вигідно для користувачів дороги, так як завдяки цьому дороги закриваються для руху на більш короткий період.

Наведені переваги роблять холодний ресайклінг найбільш привабливою технологією для відновлення дорожніх одягів за критерієм «вартість/ефективність».

Враховуючи всі вищенаведені переваги саме технологія холодного ресайклінгу була використана при реконструкції автомобільної дороги Київ-Ковель.

### **6.1 Перелік технологічних операцій, які проводяться при використанні методу холодної регенерації**

При використанні методу холодного ресайклінгу проводять такі роботи:

- сухе розпушування на розрахункову глибину;
- профілювання дорожнього полотна автогрейдером;
- укладання високоміцного гранітного щебеню на поверхню дороги (за необхідності посилення основи);
- розпушування на розрахункову глибину з вприском бітумної емульсії;
- повторне профілювання дорожнього полотна автогрейдером;
- ущільнення;
- улаштування асфальтобетонного покриття (по розрахунку);
- розширення узбіч за необхідності.

Виходячи з цього переліку видно, що застосування методу холодної регенерації дозволяє виключити з технологічного процесу ряд операцій. Відпадає необхідність в улаштуванні об'їзної дороги, виключаються роботи, пов'язані з розбиранням дорожнього полотна, вивізненням і утилізацією отриманих матеріалів. Не потрібно улаштування піщаних і щебених основ, так як при проведенні регенерації існуюча основа не пошкоджується. Суттєво знижується кількість задіяної при проведенні робіт техніки.

## 6.2 Послідовність виконання робіт за методом холодного ресайклінгу

Роботи по холодному ресайклінгу проводяться по раніше улаштованому шару з щебенево-піщаної суміші, яка повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-30.

Підготовчі роботи.

Дані роботи включають в себе:

- перевіряння відповідності улаштованого раніше шару вимогам ДБН В.2.3-4
- розрахунок довжини змінної захватки і виконання геодезично-розбивочих робіт безпосередньо на ділянці;
- розміщення групи машин для ресайклінгу відповідно з технологічною картою;
- підключення всіх необхідних трубопроводів до ресайклера WR 2500.
- розподілення портландцементу ПЦ 400 d 20 (при застосуванні комплексного в'язучого)

Перед початком роботи ресайклера WR 2500 на ділянці проведення робіт необхідно виконати розподілення портландцементу.



Рис. 6.1 - Розподілення портландцементу

Дана технологічна операція здійснюється:

Розподілення мішків портландцементу ПЦ 400 d 20 з автомобіля з розрахованою відстанню між мішками, виходячи із затвердженого складу суміші;



Висипання портландцементу ПЦ 400 *d* 20 з мішків і видалення мішків з дорожнього покриття;

Рівномірне розподілення портландцементу ПЦ 400 *d* 20 по поверхні автогрейдером і доробка вручну на всю розрахункову ширину шару.

Розрахунок кількості необхідного для виконання робіт портландцементу ПЦ 400 *d* 20 виконується виходячи із затвердженого складу суміші.

При укріпленні існуючого шару тільки органічними в'язучими дана операція не виконується.

При наявності в складі автопотягу причіпної установки WM 1000 для виконання і додавання в матеріал укладеного шару цементною суспензією, додавання неорганічного в'язучого здійснюється автоматично і технологічна операція ручного розподілення цементу виключається.

*Улаштування рецикльованого шару.*

Улаштування рецикльованого шару здійснюється на ширину 7 метрів, за три проходи ресайклера WR 2500 на глибину 150 мм.

Ресайклер WR 2500 в процесі фрезерування за один прохід змішує розподілений по існуючому шару портландцемент з подрібненим матеріалом і (чи) органічним в'язучим і водою (Рис. 6.3).



Рис. 6.3 Автопотяг, що складається з ресайклера, бітумовоза і поливомийної машини

За походженням розрахункової довжини смуги відбувається розчеплення машин з автопотяга, які своїм ходом повертаються на початок захватки. Для виконання робіт на завершаючій крайній смузі ресайклер WR 2500 зміщається на початок захватки по узбіччю.

#### *Профілювання автогрейдором*

Для усунення таких дефектів як, сліди від проходу ресайклера (автопотяга) і неякісне спряжиння суміжних смуг після проходу ресайклера можливе застосування автогрейдера для профілювання улаштованого шару.

#### *Ущільнення шару*

Ущільнення улаштованого шару виконується віброкотком масою 12 тон (Рис. 6.4). За відсутності профілювання автогрейдером необхідно приділити особливу увагу ущільненню спряжиння суміжних смуг.

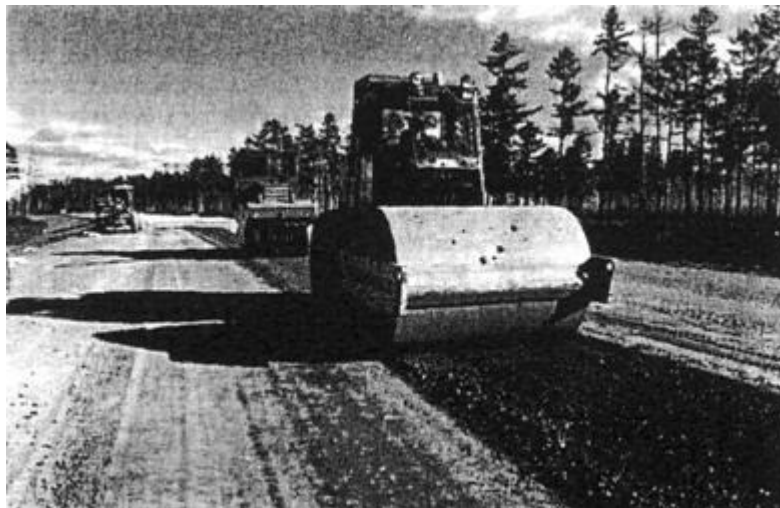


Рис. 6.4 Ущільнення ресайкльованого шару

### **6.3 Вимоги до матеріалів і контроль якості робіт**

Вимоги до ґрунту, укріпленого комплексним в'язучим наведені в таблиці 6.1.

## Вимоги до ґрунту, укріпленого комплексним в'язучим

Найменування показників	Значення
Водонасичення, % по обсягу	Не більше 10,0
Границя міцності при стиску при температурі +50°C, МПа	Не менше 0,5
Границя міцності при стиску при температурі +20°C, МПа	Не менше 1,4
Водостійкість	Не менше 0,60
Водостійкість при тривалому водонасиченні	Не менше 0,50

*Контроль якості робіт*

Контроль якості робіт з укріплення шару змішуванням на місці складається з:

- вхідного контролю;
- операційного контролю;
- приймального контролю.

Вхідний контроль розповсюджується на всі матеріали, які використовуються при виконанні робіт з холодному ресайклінгу. На всі поступаючі матеріали повинні бути наведені паспорти якості і відповідні сертифікати. Результати контролю фіксують в лабораторному журналі.

*Операційний контроль*

В ході виконання робіт із змішування на місці необхідно контролювати:

- вологість мінеральних матеріалів;
- температуру органічного в'язучого;
- геометричні параметри улаштованого шару;
- фізико-механічні показники улаштованого шару;

- яксть спряжіння суміжних смуг.

Приймальний контроль

При проведенні приймання виконаних робіт необхідно контролювати:

- геометричні параметри улаштованого шару;
- фізико-механічні показники улаштованого шару;
- виконавчу виробничо-технічну документацію;

#### 6.4 Технологічна карта улаштування покриття методом змішування на місці

Технологія улаштування покриття наведена на рисунках 6.5-6.9.

Операція 1. Огородження ділянки виконання робіт

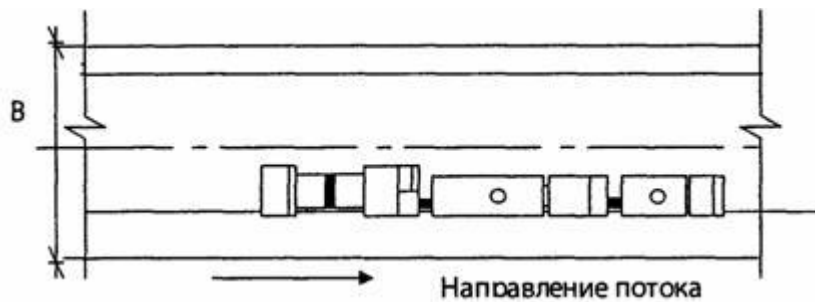


Рис. 6.5 Операція 1

Операція 2. Розподілення портландцементу

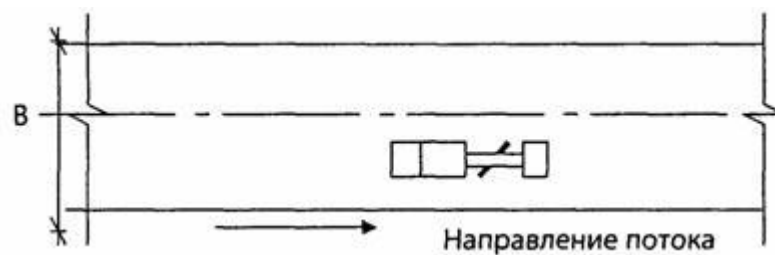


Рис. 6.6 Операція 2

Операція 3. Улаштування ресайкльованого шару

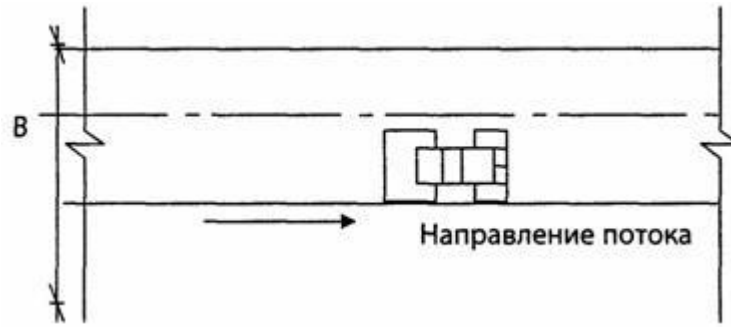


Рис. 6.7 Операція 3

#### Операція 4. Профілювання автогрейдором

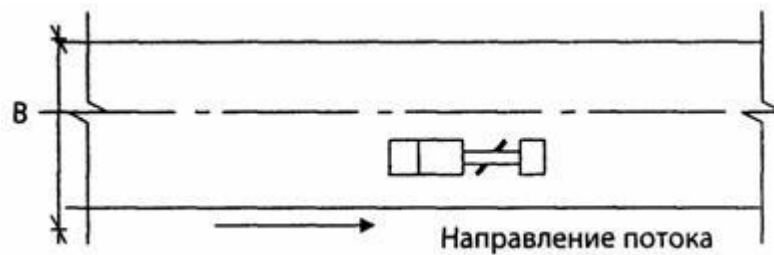


Рис. 6.8 Операція 3

#### Операція 5. Ущільнення шару

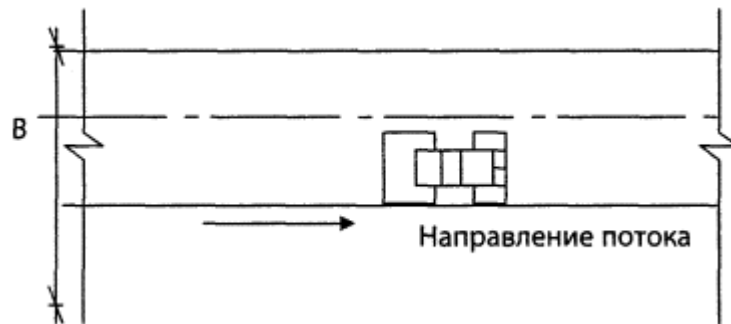


Рис. 6.9 Операція 3

Використання технології змішування на місці на ділянці автомобільної дороги Київ-Ковель з використанням ресайклера фірми «Wirtgen» дозволяє підвищити транспортно-експлуатаційні характеристики нежорстких покриттів, знизити аварійність на даних ділянках і в найкоротні строки підвищити капітальність існуючого дорожнього одягу і зберегти її до улаштування вище

розташованих шарів з асфальтобетону. Необхідно відмітити і таку перевагу даної технології, як використання місцевих матеріалів вже укладених в покриття. Висока продуктивність і використання раніше укладених матеріалів дозволяє широко використовувати дану технологію.

## 7.ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ

### 7.1Побудова дорожньо-кліматичного графіку.

Дорожньо-кліматичний графік необхідний для визначення строків виконання дорожньо-будівельних робіт, в залежності від їх виду і способів виробництва. Дані для побудови графіка вибираємо в залежності від району будівництва.

Таблиця 7.1.

Середня температура по місяцям.

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня температура, °С	-3,1	-2,5	0,6	6,2	11,6	15,2	17,3	16,7	13,0	7,8	2,9	-0,9	7,1

Таблиця 7.2.

Класифікація дорожніх робіт по допустимій температурі їх виконання.

Група робіт	Найменування робіт	Середньодобова допустима температура повітря, °С
0	Розчистка дорожньої смуги, зосереджені земляні роботи, розробка скального ґрунту, улаштування шарів основи дорожнього одягу з щебеню, гравію, шлаку та інших кам'яних матеріалів, роботи із застосуванням збірного залізобетону. Роботи з будівництва мостів, труб і споруд дорожньої чи автотранспортної служб.	Нижче 0

**Кафедра реконструкції  
аеропортів та автошляхів**

**НАУ 21 02 82 000 ПЗ**

Виконав	Євтушок Я.В..			<b>ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Талах С.М					55	70
Консультант	Талах С.М				<b>406 АД 192</b>		
Н. Контр.	Пилипенко О.І.						
Зав. каф.	Пилипенко О.І.						

I	Лінійні земляні роботи, оздоблення і укріплення земляного полотна, улаштування шарів дорожнього одягу з кам'яних матеріалів (щебеню, гравію, шлаку) і піску, улаштування огорожень, Розмітка проїзної частини.	Не нижче 0
II	Улаштування шарів дорожнього одягу з ґрунтів, укріплених в'язучими чи покращених скелетними добавками, з ґрунтів, оброблених неорганічними в'язучими змішуванням на дорозі. Улаштування шарів дорожнього одягу з шлакобетону, асфальтобетону, цементобетону, чорного щебеню і сумішей, виготовлених в установках.	Не нижче +5 весною і +10 восени
III	Улаштування шарів дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, укріплених органічними в'язучими змішуванням на дорозі і ґрунтощебеню, укріпленого органічними в'язучими.	Не нижче +10
IV	Улаштування поверхневих обробок із застосуванням органічних в'язучих.	Не нижче +15

На ділянці реконструкції автомобільної дороги Київ-Ковель роботи проводились згідно розробленого дорожньо-кліматичного графіку

## 7.2Визначення строків виконання робіт.

Метод холодного ресайклінгу для відновлення існуючого дорожнього одягу в більшості випадків проводять в літній будівельний сезон, календарна тривалість якого залежить від кліматичних умов. Дата початку будівельного сезону встановлюється по найбільш ймовірній даті можливості забезпечення



проїзду колісних машин по ґрунту і відсутності прилипання ґрунту до робочих органів дорожньо-будівельних машин. Дати закінчення будівельного сезону для окремих видів дорожньо-будівельних робіт різні внаслідок неоднакових технологічних властивостей дорожньо-будівельних матеріалів, які застосовуються. Тривалість будівельного сезону для кожної групи робіт визначають в залежності від середньодобової температури повітря.

Спеціалізований потік (ланка) з будівництва дорожнього одягу може складатися з трьох і більше окремих потоків. Наприклад, з окремого потоку по виправленню земляного полотна і будівництву піщаного додаткового шару основи, окремого потоку з будівництва щебеневої основи і окремого потоку з будівництва асфальтобетонного покриття.

Тривалість дії кожного частного потоку в змінах  $T_{зм}$  може бути розрахована по формулі:

$$T_{зм} = (A_k - T_в - T_{кл} - T_{рем} - T_{раз}) \cdot K_{см} = (201 - 59 - 25 - 10 - 8) \cdot 1 = 99 \text{ змін}$$

де  $A_k$  – календарна тривалість робіт, дні;

$T_в$  – кількість вихідних і святкових днів за період тривалості робіт;

$T_{кл}$  – кількість неробочих днів (простоїв) по кліматичним умовам (25 днів);

$T_{рем}$  – кількість не робочих днів (простоїв) при виконанні ремонту і технічного обслуговування машин і обладнання (5% від  $A_k$ );

$T_{раз}$  – кількість днів, необхідних для розгортання потоку, визначається за формулою:

$$T_{раз} = \frac{n-1}{K_{см}} + T_{тр} + T_{он} = \frac{5-1}{1} + 2 + 2 = 8 \text{ днів,}$$

де  $n$  – кількість частних потоків в спеціалізованому потоці з будівництва дорожнього одягу;

$K_{см}$  – коефіцієнт змінності;

$T_{тр}$  – тривалість технологічних розривів в днях (доба), викликаних особливостями виконання робіт технологічними особливостями матеріалів, які застосовуються;

$T_{оп}$  – тривалість організаційних переривів в днях (доба), викликаних необхідністю підготовки фронту робіт для наступного транспортного потоку.

Величина тривалості дії кожного частного потоку може бути відкорегована в залежності від конкретних місцевих умов.

Знаючи тривалість ділянки дороги, що реконструюється  $L_D$  і тривалість дії кожного частного потоку  $T_{см}$ , визначаємо можливу мінімальну довжину змінної захватки  $L_{min}$  для кожного шару:

$$\text{Додатковий шар основи: } L_{min} = \frac{L_D}{T_{см}} = \frac{8775 \text{ м}}{103 \text{ смен}} = 85,19 \text{ м/зміну}$$

$$\text{Нижній шар основи: } L_{min} = \frac{L_D}{T_{см}} = \frac{8775 \text{ м}}{102 \text{ смен}} = 86,03 \text{ м/зміну}.$$

$$\text{Верхній шар основи: } L_{min} = \frac{L_D}{T_{см}} = \frac{8775 \text{ м}}{101 \text{ смен}} = 86,88 \text{ м/зміну}.$$

$$\text{Нижній шар основи: } L_{min} = \frac{L_D}{T_{см}} = \frac{8775 \text{ м}}{82 \text{ смен}} = 107,01 \text{ м/зміну}.$$

$$\text{Верхній шар покриття: } L_{min} = \frac{L_D}{T_{см}} = \frac{8775 \text{ м}}{82 \text{ смен}} = 107,01 \text{ м/зміну}.$$

$$\text{Нижній шар укріплення узбіччя: } L_{min} = \frac{L_D}{T_{см}} = \frac{8775 \text{ м}}{98 \text{ смен}} = 89,54 \text{ м/зміну}.$$

$$\text{Нижній шар укріплення узбіччя: } L_{min} = \frac{L_D}{T_{см}} = \frac{8775 \text{ м}}{97 \text{ смен}} = 90,46 \text{ м/зміну}.$$

Результати розрахунків строків виконання робіт і мінімальної довжини захватки наведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3

Результати розрахунків строків виконання робіт і мінімальної довжини захватки

Найменування шару	Початок робіт	Кінець робіт	Ак	Тв	Ткп	Т рем	Т раз	Ксм	Тсм	Lmin	Прийнята швидкість потоку, L, м
Проїзна частина											
Додатковий шар основи	9,04	12,11	201	59	25	10	4	1	103	85,19	200
Нижній шар основи	9,04	12,11	201	59	25	10	5	1	102	86,03	200
Верхній шар основи	9,04	12,11	201	59	25	10	6	1	101	86,88	200
Нижній шар покриття	12,04	1,10	173	50	25	9	7	1	82	107,01	200
Верхній шар покриття	12,04	1,10	173	50	25	8	8	1	82	107,01	200
Укріплення узбіччя											
Нижній шар	9,04	12,11	201	59	25	10	9	1	98	89,54	200
Верхній шар	9,04	12,11	201	59	25	10	10	1	97	90,46	200

Так як данна величина набагато менше реально можливої типової величини, то приймаємо за змінну захватку величину, яка дорівнює 200 м/зміну.

### 7.3 Визначення виду і кількості матеріалів, які необхідні для улаштування дорожнього одягу.

#### Визначення геометричних параметрів дорожнього одягу.

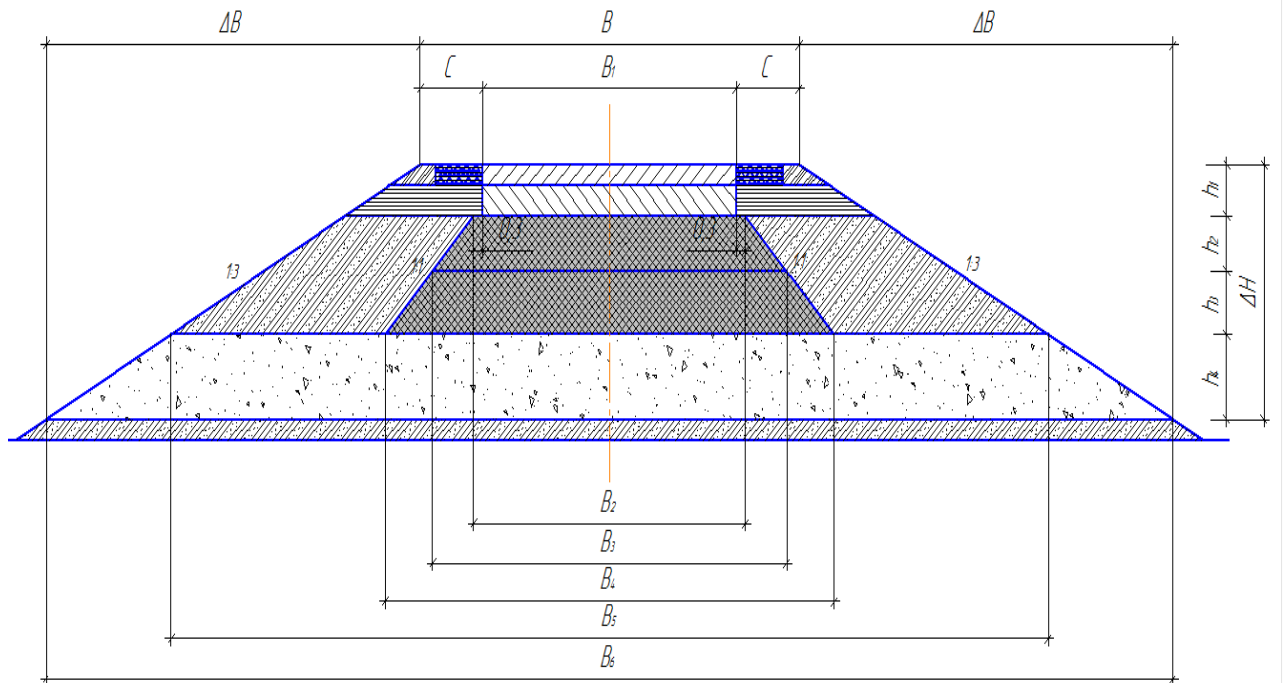


Рис. 7.1 Загальний вигляд конструкції дорожнього одягу

Геометричний розмір  $B_1$  можливо знайти шляхом складання ширини проїзної частини і двох укріплювальних смуг:

$$B_1 = 7 + 2 \cdot 0,5 = 8 \text{ м.}$$

При будівництві дорожнього одягу з бескоритним поперечним профілем приймаємо 0,3 м з обох боків для улаштування основи.

$$B_2 = B_1 + 2 \cdot 0,3 = 8 + 0,6 = 8,6 \text{ м;}$$

$$B_3 = B_2 + 2 \cdot m \cdot h_2 = 8,6 + 2 \cdot 1 \cdot 0,13 = 8,86 \text{ м;}$$

$$B_4 = B_3 + 2 \cdot m \cdot h_3 = 8,86 + 2 \cdot 1 \cdot 0,15 = 9,16 \text{ м;}$$

$$B_5 = B_6 - 2 \cdot m \cdot h_4 = 15,6 - 2 \cdot 3 \cdot 0,2 = 14,4 \text{ м;}$$

$$B_6 = B + 2 \cdot m \cdot \Delta H = 12 + 2 \cdot 3 \cdot 0,6 = 15,6 \text{ м.}$$

Розрахунок потреби матеріалів для улаштування дорожнього одягу.

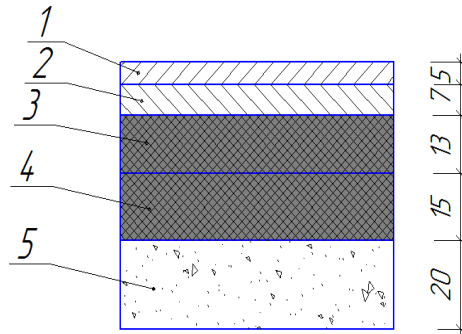


Рис. 7.2. Конструкція шарів дорожнього одягу

- 1 - щільний дрібнозернистий асфальтобетон на БНД 60/90 товщиною 5 см;
- 2 – шар улаштований за технологією холодного ресайклінгу товщиною 18 см;
- 3 - щебінь фракціонований (20...40 мм) дрібним щебенем за способом заклинки товщиною 13 см;
- 4 - щебінь фракціонований (40...70 мм) дрібним щебенем за способом заклинки товщиною 15 см;
- 5 - пісок крупний товщиною 20 см.

Відповідно прийнятої конструкції дорожнього одягу і завданої категорії дороги встановлюємо вид і кількість матеріалів, потребу в матеріалах на будівництво 1 м, 1 захватки, 1 км і всієї дороги визначаємо за формулами:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n,$$

$$Q = V \cdot \rho,$$

де  $V$  – обсяг матеріалу в шарі дорожнього одягу,  $\text{м}^3$ ;

$B$  – ширина шару, м;

$h_{cl}$  – товщина шару, м;

$L$  – довжина ділянки, м;

$K_y$  – коефіцієнт запасу матеріала на ущільнення;

$K_n$  – коефіцієнт втрат (1,03 – 1,05);

$Q$  – маса матеріала, т;

$\rho$  – щільність матеріала, т/м<sup>3</sup>.

Для асфальтобетонних сумішей, крім їх загальної витрати, визначаємо потребу по кожному компоненту суміші (щебінь, пісок, мінеральний порошок, бітум).

Розрахунок необхідної кількості матеріалів для улаштування дорожнього одягу і проїзної частини:

- 1) Додатковий шар основи – пісок крупний:  $h_{cl} = 0,2$  м,  $B = \frac{B_5 + B_6}{2} = 15$  м,  $K_y = 1,1$ ,  $K_n = 1,05$ ,  $\rho = 1,5$  т/м<sup>3</sup>.

- на 1 м дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 15 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 3,465 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 3,465 \cdot 1,5 = 5,1975 \text{ т.}$$

- на захватку (200 м):

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 15 \cdot 0,2 \cdot 200 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 693 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 693 \cdot 1,5 = 1039,5 \text{ т.}$$

- на 1 км дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 15 \cdot 0,2 \cdot 1000 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 3465 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 3465 \cdot 1,5 = 5197,5 \text{ т.}$$

- на всю трасу:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 15 \cdot 0,2 \cdot 8775 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 30405,375 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 30405,375 \cdot 1,5 = 45608,0625 \text{ т.}$$

2) Нижній шар основи - щебінь фракціонований (40...70 мм) дрібним щебенем за способом заклинки:  $h_{cl} = 0,15 \text{ м}$ ,  $B = \frac{B_3 + B_4}{2} = 9,01 \text{ м}$ ,  $K_y = 1,25$ ,  $K_n = 1,04$ ,  $\rho = 1,8 \text{ т/м}^3$ .

- на 1 м дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 9,01 \cdot 0,15 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,04 = 1,757 \text{ м}^3,$$
$$Q = V \cdot \rho = 1,757 \cdot 1,8 = 3,1625 \text{ т}.$$

- на захватку (200 м):

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 9,01 \cdot 0,15 \cdot 200 \cdot 1,25 \cdot 1,04 = 351,39 \text{ м}^3,$$
$$Q = V \cdot \rho = 351,39 \cdot 1,8 = 632,502 \text{ т}.$$

- на 1 км дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 9,01 \cdot 0,15 \cdot 1000 \cdot 1,25 \cdot 1,04 = 1756,95 \text{ м}^3,$$
$$Q = V \cdot \rho = 1756,95 \cdot 1,8 = 3162,51 \text{ т}.$$

- на всю трасу:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 9,01 \cdot 0,15 \cdot 8775 \cdot 1,25 \cdot 1,04 = 15417,24 \text{ м}^3,$$
$$Q = V \cdot \rho = 15417,24 \cdot 1,8 = 27751,03 \text{ т}.$$

3) Верхній шар основи - щебінь фракціонований (20...40 мм) дрібним щебенем за способом заклинки:  $h_{cl} = 0,13 \text{ м}$ ,  $B = \frac{B_2 + B_3}{2} = 8,73 \text{ м}$ ,  $K_y = 1,25$ ,  $K_n = 1,04$ ,  $\rho = 1,9 \text{ т/м}^3$ .

- на 1 м дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8,73 \cdot 0,13 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,04 = 1,475 \text{ м}^3,$$
$$Q = V \cdot \rho = 1,475 \cdot 1,9 = 2,803 \text{ т}.$$

- на захватку (200 м):

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8,73 \cdot 0,13 \cdot 200 \cdot 1,25 \cdot 1,04 = 295,074 \text{ м}^3,$$
$$Q = V \cdot \rho = 295,074 \cdot 1,9 = 560,641 \text{ т}.$$

- на 1 км дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8,73 \cdot 0,13 \cdot 1000 \cdot 1,25 \cdot 1,04 = 1475,37 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 1475,37 \cdot 1,9 = 2803,203 \text{ т}.$$

- на всю трасу:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8,73 \cdot 0,13 \cdot 8775 \cdot 1,25 \cdot 1,04 = 12946,37 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 12946,37 \cdot 1,9 = 24598,11 \text{ т}.$$

- 4) Нижній шар покриття – пористий крупнозернистий асфальтобетон на БНД 60/90:  $h_{cl} = 0,07 \text{ м}$ ,  $B = B_1 = 8,0 \text{ м}$ ,  $K_y = 1,15$ ,  $K_n = 1,03$ ,  $\rho = 2,2 \text{ т/м}^3$ .

В 1 т суміші міститься: пісок – 0,319 т; мінеральний порошок – 0,027 т; щебінь – 0,587 т; бітум – 0,067 т.

- на 1 м дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8 \cdot 0,07 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,03 = 0,6633 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 0,6633 \cdot 2,2 = 1,4593 \text{ т}.$$

Пісок:  $0,319 \cdot 1,4593 = 0,466 \text{ т}$ .

Мінеральний порошок:  $0,027 \cdot 1,4593 = 0,0394 \text{ т}$ .

Щебінь:  $0,587 \cdot 1,4593 = 0,857 \text{ т}$ .

Бітум:  $0,067 \cdot 1,4593 = 0,0978 \text{ т}$ .

- на захватку (200 м):

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8 \cdot 0,07 \cdot 200 \cdot 1,15 \cdot 1,03 = 132,664 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 132,664 \cdot 2,2 = 291,861 \text{ т}.$$

Пісок:  $0,319 \cdot 291,861 = 93,104 \text{ т}$ .

Мінеральний порошок:  $0,027 \cdot 291,861 = 7,88 \text{ т}$ .

Щебінь:  $0,587 \cdot 291,861 = 171,322 \text{ т}$ .

Бітум:  $0,067 \cdot 291,861 = 19,555 \text{ т}$ .

- на 1 км дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8 \cdot 0,07 \cdot 1000 \cdot 1,15 \cdot 1,03 = 663,32 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 663,32 \cdot 2,2 = 1459,304 \text{ т}.$$



Пісок:  $0,319 \cdot 1459,304 = 465,52 \text{ т}$ .

Мінеральний порошок:  $0,027 \cdot 1459,304 = 39,4 \text{ т}$ .

Щебінь:  $0,587 \cdot 1459,304 = 856,61 \text{ т}$ .

Бітум:  $0,067 \cdot 1459,304 = 97,77 \text{ т}$ .

- на всю трасу:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8 \cdot 0,07 \cdot 8775 \cdot 1,15 \cdot 1,03 = 5820,633 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 5820,633 \cdot 2,2 = 12805,39 \text{ т}$$

Пісок:  $0,319 \cdot 12805,39 = 4084,92 \text{ т}$ .

Мінеральний порошок:  $0,027 \cdot 12805,39 = 345,75 \text{ т}$ .

Щебінь:  $0,587 \cdot 12805,39 = 7516,76 \text{ т}$ .

Бітум:  $0,067 \cdot 12805,39 = 857,96 \text{ т}$ .

5) Верхній шар покриття – щільний дрібнозернистий асфальтобетон на БНД 60/90:  $h_{cl} = 0,05 \text{ м}$ ,  $B = B_1 = 8,0 \text{ м}$ ,  $K_y = 1,2$ ,  $K_n = 1,03$ ,  $\rho = 2,4 \text{ т/м}^3$ .

В 1 т суміші міститься: пісок – 0,413 т; мінеральний порошок – 0,098 т; щебень – 0,427 т; бітум – 0,062 т.

- на 1 м дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,03 = 0,4944 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 0,4944 \cdot 2,4 = 1,19 \text{ т}$$

Пісок:  $0,413 \cdot 1,19 = 0,492 \text{ т}$ .

Мінеральний порошок:  $0,098 \cdot 1,19 = 0,117 \text{ т}$ .

Щебінь:  $0,427 \cdot 1,19 = 0,51 \text{ т}$ .

Бітум:  $0,062 \cdot 1,19 = 0,074 \text{ т}$ .

- на захватку (200 м):

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8 \cdot 0,05 \cdot 200 \cdot 1,2 \cdot 1,03 = 98,88 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 98,88 \cdot 2,4 = 237,312 \text{ т}$$

Пісок:  $0,413 \cdot 237,312 = 98,01 \text{ т}$ .

Мінеральний порошок:  $0,098 \cdot 237,312 = 23,26 \text{ т}$ .

Щебінь:  $0,427 \cdot 237,312 = 101,33 \text{ т}$ .

Бітум:  $0,062 \cdot 237,312 = 14,71 \text{ т}$ .

- на 1 км дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8 \cdot 0,05 \cdot 1000 \cdot 1,2 \cdot 1,03 = 494,4 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 494,4 \cdot 2,4 = 1186,56 \text{ т}.$$

Пісок:  $0,413 \cdot 1186,56 = 490,05 \text{ т}$ .

Мінеральний порошок:  $0,098 \cdot 1186,56 = 116,28 \text{ т}$ .

Щебінь:  $0,427 \cdot 1186,56 = 506,66 \text{ т}$ .

Бітум:  $0,062 \cdot 1186,28 = 73,55 \text{ т}$ .

- на всю трасу:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 8 \cdot 0,05 \cdot 8775 \cdot 1,2 \cdot 1,03 = 5475,6 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 5475,6 \cdot 2,4 = 13141,44 \text{ т}.$$

Пісок:  $0,413 \cdot 13141,44 = 5427,42 \text{ т}$ .

Мінеральний порошок:  $0,098 \cdot 13141,44 = 1287,86 \text{ т}$ .

Щебінь:  $0,427 \cdot 13141,44 = 5611,4 \text{ т}$ .

Бітум:  $0,062 \cdot 13141,44 = 814,8 \text{ т}$ .

Розрахунок необхідної кількості необхідних матеріалів для улаштування узбіч:

1) Укріплене узбіччя з ґрунтощебеневої суміші:  $h_{cl} = 0,05 \text{ м}$ ,  $B = 2 \times 1,5 \text{ м}$ ,

$$K_y = 1,4, \quad K_n = 1,05, \quad \rho_{щ} = 1,9 \text{ т/м}^3, \quad \rho_z = 1,94 \text{ т/м}^3.$$

- на 1 м дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 3 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 0,2205 \text{ м}^3,$$

$$Q_{щ} = V \cdot \rho \cdot 0,5 = 0,2205 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 0,21 \text{ т},$$

$$Q_z = V \cdot \rho \cdot 0,5 = 0,2205 \cdot 1,94 \cdot 0,5 = 0,214 \text{ т}.$$

- на захватку (200 м):

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 3 \cdot 0,05 \cdot 200 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 44,1 \text{ м}^3,$$

$$Q_{uz} = V \cdot \rho \cdot 0,5 = 44,1 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 41,895 \text{ м},$$

$$Q_z = V \cdot \rho \cdot 0,5 = 44,1 \cdot 1,94 \cdot 0,5 = 42,777 \text{ м}.$$

- на 1 км дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 3 \cdot 0,05 \cdot 1000 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 220,5 \text{ м}^3,$$

$$Q_{uz} = V \cdot \rho \cdot 0,5 = 220,5 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 209,475 \text{ м},$$

$$Q_z = V \cdot \rho \cdot 0,5 = 220,5 \cdot 1,94 \cdot 0,5 = 213,885 \text{ м}.$$

- на всю трасу:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 3 \cdot 0,05 \cdot 8775 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 1934,89 \text{ м}^3,$$

$$Q_{uz} = V \cdot \rho \cdot 0,5 = 1934,89 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 1838,14 \text{ м},$$

$$Q_z = V \cdot \rho \cdot 0,5 = 1934,89 \cdot 1,94 \cdot 0,5 = 1876,84 \text{ м}.$$

2) Глиняный прошарок:  $h_{cl} = 0,07 \text{ м}$ ,  $B = 4,21 \text{ м}$ ,  $K_y = 1,1$ ,  $K_n = 1,03$ ,  $\rho = 1,95 \text{ т/м}^3$ .

- на 1 м дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 4,21 \cdot 0,07 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 0,334 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 0,334 \cdot 1,95 = 0,65 \text{ м}.$$

- на захватку (200 м):

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 4,21 \cdot 0,07 \cdot 200 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 66,78 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 66,78 \cdot 1,95 = 130,22 \text{ м}.$$

- на 1 км дороги:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 4,21 \cdot 0,07 \cdot 1000 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 333,9 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 333,9 \cdot 1,95 = 651,1 \text{ м}.$$

- на всю трасу:

$$V = B \cdot h_{cl} \cdot L \cdot K_y \cdot K_n = 4,21 \cdot 0,07 \cdot 8775 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 2929,93 \text{ м}^3,$$

$$Q = V \cdot \rho = 2929,93 \cdot 1,95 = 5713,36 \text{ м}.$$

## ВИСНОВОК

1. Проведені дослідження і аналіз раніше виконаних робіт показали, що технологія холодного ресайклінга є найбільш раціональною і економічною при проведенні робіт з відновлення транспортно-експлуатаційних характеристик нежорстких дорожніх одягів з асфальтобетонним покриттям.

2. Використання технології холодного ресайклінгу способом змішування на місці з використанням ресайклера фірми Wirtgen дозволяє підвищити міцність і надійність улаштованої дорожньої конструкції, знизити аварійність на дані ділянки в найкоротші строки підвищити капітальність існуючого дорожнього одягу і зберегти її до улаштування вище розташованих шарів з асфальтобетону. Необхідно відмітити і таку перевагу даної технології, як використання місцевих матеріалів вже укладених в покриття. Висока продуктивність і економічність за рахунок використання раніше укладених матеріалів дозволяє широко використовувати дану технологію на дорогах всіх категорій і значення.

3. Комплект машин і механізмів, що використовують при проведенні робіт за методом холодного ресайклінга дають можливість ритмічно і безперебійно виконувати всю послідовність операцій і забезпечувати високу якість робіт.

<b>Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів</b>				<b>НАУ 21 02 82 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	Євтушок Я.В..			<b>ВИСНОВОК</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушив</i>
<i>Керівник</i>	Талах С.М					68	70
<i>Консультант</i>	Талах С.М				<b>406 АД 192</b>		
<i>Н. Контр.</i>	Пилипенко О.І.						
<i>Зав. каф.</i>	Пилипенко О.І.						

## 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'якПроектуванняавтомобільнихдоріг, 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. ДСТУ Б В.2.7-119-2011 Будівельні матеріали. Сумішіасфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічніумови, Укравтодор, 2011.
9. Т.П. Литвиненко. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг.Полтавський національний технічний університет,2013.
- 10.Справочнаяэнциклопедия дорожника.І ТОМ.Строительство и реконструкцияавтомобильныхдорог.Москва, 2005.
- 11.Н.В. Внуков.Вплив автомобільних доріг на екобезпеку комплексу «автомобіль-дорога-середовище».Харків.
- 12..Г.П. Клинковий и др. Организациядорожногодвижения. М.,Транспорт,1982.
- 13.Проектирование в строительствеавтомобильныхдорог. Справочник подредакцией В.И. Заворицького. К., Техника, 1996.

14. Я.В. Хомяк, В.Ф. Скорченко. Автомобильные дороги и окружающая среда. К., Вища школа, 1988.
15. Ф.П. Гончаренко, С.Д. Прусенко, В.Ф. Скорченко. Эксплуатаційне утримання та ремонт автомобільних доріг за складних природних та екологічних умов. К., 1999.
16. Костельов М.П. Дорожная техника [Текст] / Костельов М.П. Технология холодного ресайклинга: сб. статей. – Санкт-Петербург, 2005.
17. А.В. Бусел. Ремонт автомобильных дорог.- Минск «АртДизайн» 2004.- 206 с.
18. Степура В.С., Белятинський А.О., Кужель Н.В. Основы експлуатації автомобільних доріг і аеродромів. Київ, 2013.
19. ВБН В.2.3-218-186-2004 Спорудитранспорту. Київ, Укравтодор, 2004.
20. Білятинський О.А. Кузьмін В.І. "Інженерно - геодезичні роботи при будівництві автомобільних доріг". Київ, НТУ, 2001. 191 с.
21. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. — Т. 2: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.П. Васильев. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 320 с.
22. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. — М.: Информавтодор, 2005. — 654 с.
23. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации (РОСАВТОДОР). — М.: 2002. — 25 с.
24. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. II / А.П. Васильев, В.К. Апестин, В.И. Баловнев и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. — М.: Информавтодор, 2004. - 897 с.